

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij geologije

VULKANOKLASTIČNE NASLAGE SREDNJEG TRIJASA U OKOLICI SINJA

Diplomski rad

Filip Šikić

G-216

Zagreb, 2017.

VULKANOKLASTIČNE NASLAGE SREDNJEG TRIJASA U OKOLICI SINJA

Filip Šikić

Diplomski rad izrađen:

Sveučilište u Zagrebu

Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine

Pierottijeva 6, 10002 Zagreb

Sažetak

Cilj rada bilo je istražiti mikropetrografske karakteristike vulkanoklastičnih naslaga u okolini Sinja (južni dio Vanjskih Dinarida). Lokaliteti istraživanja nalaze se u okolini naselja Zelovo koje je smješteno u blizini grada Sinja. Terenskim istraživanjem snimljena su dva slijeda naslaga, SINJ i ZELOVO, u kojima se pojavljuju vulkanoklastične naslage. Od prikupljenih uzoraka napravljeni su mikroskopski preparati čijom su analizom određeni tipovi vulkanoklastičnih i karbonatnih stijena. Vulkanoklastične naslage čine vitroklastični, kristaloklastični i kristalovitroklastični tufovi. Vitroklastični tufovi sadrže obilje krhotina vulkanskog stakla kojeg povezujemo s eksplozivnim vulkanizmom kiselih ili neutralnih stijena. Kristaloklastični tufovi sadrže veliku količinu kristaloklasta od kojih prevladava kvarc koji ukazuje na kiseli magmatizam. Vapnence karakterizira mnoštvo radiolarija i tankoljušturastih školjkaša koji su indikator dubljeg, pelagičkog taložnog okoliša, ali se pojavljuju i zelene alge koje nastanjuju pliće dijelove morskog okoliša. Prisustvo algi u pelagičkim vapnencima ukazuje na pretaloživanje materijala iz plićeg u dublji taložni prostor. Za vulkanoklastične naslage također se pretpostavlja da je materijal najprije akumuliran u plićem marnom dijelu ili na kopnu, da bi se zatim pretaložio u dublji marni okoliš mehanizmom gravitacijskih tokova. U nedefiniranom kontaktu s naslagama lokaliteta ZELOVO prisutni su i bazalti za koje se pretpostavlja da su se izlivali na morsko dno i da su imali utjecaja na vapnence koji su tom prilikom dolomitizirani i silicificirani.

Ključne riječi: tufovi, vitroklasti, kristaloklasti, vapnenci, dolomit, bazalt, taloženje

Diplomski rad sadrži: 38 stranica, 22 slike, 16 referenci

Jezik izvornika: hrvatski

Diplomski rad pohranjen:

Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta,

Pierottijeva 6, Zagreb

Voditelj:

Dr. sc. Dunja Aljinović, redoviti profesor RGNF

Pomoć pri izradi:

Dr. sc. Duje Smirčić, asistent

Ocjenjivači:

Dr. sc. Dunja Aljinović, redoviti profesor RGNF

Doc. dr. sc. Ana Maričić, docent RGNF

Dr. sc. Frankica Kapor, redoviti profesor RGNF

Datum obrane: 7. srpanj 2017.

VOLCANICLASTIC DEPOSITS OF MIDDLE TRIASSIC IN THE SINJ AREA

Filip Šikić

Thesis completed in:

University of Zagreb

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering

Institute of Mineralogy, Petrology and Mineral deposits

Pierotti st. 6, 10002 Zagreb

Abstract

The main goal of this study was to investigate micropetrographic characteristics of volcanoclastic deposits in vicinity of Sinj (in the southern part of the External Dinarides). The investigated sections are located near village Zelovo. Field investigation included analysis of the two sequences - SINJ and ZELOVO, where volcanoclastic deposits occur. Micropetrographic samples were performed in volcanoclastic and carbonate rocks. Volcanoclastics were differentiated into: vitriclastic, crystalloclastic and crystallovitriclastic rock types. Vitriclastic tuffs contain a large amount of shards - volcanic glass fragments that imply explosive volcanism of acidic or neutral magma composition. The crystalloclastic tuffs contain a large amount of quartz crystalloclasts that indicate acidic magmatism. Limestones are characterized by a presence of radiolarians and thin shells that commonly appear in the deeper, pelagic sedimentary environment, but green algae that inhabit the shallow parts of the marine environment also occur in the composition of limestone types. This indicates reworking of material from the shallow to the deep part of depositional environment. Volcanoclastic deposits are probably formed by similar mechanisms which include resedimentation of the pyroclastic material from the shallower to the deeper part of sedimentary basin by gravitational currents. In the undetermined contact with the deposits of the ZELOVO locality there are also basalts that we assumed to have been formed on the sea floor and had the effect on the limestones and caused the dolomitisation and silicification of the limestones.

Keywords: tuffs, vitriclastic, crystalloclastic, limestones, dolomites, basalts, precipitation

Thesis contains: 38 pages, 22 pictures, 16 references

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,
Pierotti st. 6, Zagreb

Supervisor: PhD Dunja Aljinović, Full Professor

Technical support and assistance: PhD Duje Smirčić, Assistant

Reviewers: PhD Dunja Aljinović, Full Professor

PhD Ana Maričić, Assistant Professor

PhD Frankica Kapor, Full Professor

Date of defence: July 07, 2017.

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. GEOGRAFSKI POLOŽAJ.....	2
3. GEOLOŠKA GRAĐA UŽEG ISTRAŽIVANOG PODRUČJA.....	3
4. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA.....	6
5. REZULTATI.....	12
5.1. OPIS SLIJEDA SINJ ("S").....	12
5.2. OPIS SLIJEDA ZELOVO ("Z").....	14
5.3. MIKROSKOPSKA DETERMINACIJA ISTRAŽIVANIH STIJENA.....	16
6. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK.....	34
7. LITERATURA.....	36

POPIS SLIKA

Slika 2.1. Geografski položaj istraživanog područja.....	2
Slika 3.1. Karta geološke građe užeg istraživanog područja.....	4
Slika 3.2. Legenda kartiranih jedinica Osnovne geološke karte 1:100.000, list Sinj.....	5
Slika 5.1.1. Slijed naslaga snimljen na lokalitetu SINJ.....	13
Slika 5.2.1. Slijed naslaga snimljen na lokalitetu ZELOVO.....	15
Slika 5.3.1. Mikrofotografija vitroklastičnog tufa.....	17
Slika 5.3.2. Mikrofotografija vitroklastičnog tufa s kalcitnim vezivom.....	18
Slika 5.3.3. Mikrofotografija vitroklastičnog tufa.....	19
Slika 5.3.4. Mikrofotografija kristaloklastičnog tufa.....	20
Slika 5.3.5. Mikrofotografija kristaloklastičnog tufa s osnovom od makrokristalastog karbonata.....	21
Slika 5.3.6. Mikrofotografija kristaloklastičnog tufa.....	22
Slika 5.3.7. Mikrofotografija kristaloklastičnog tufa.....	23
Slika 5.3.8. Mikrofotografija dolomita s proslojcima čerta.....	24
Slika 5.3.9. Mikrofotografija makrokristalastog dolomita s proslojcima čerta.....	25
Slika 5.3.10. Mikrofotografija makrokristalastog dolomita.....	26
Slika 5.3.11. Mikrofotografija dolomita s vidljivom silicifikacijom uzorka.....	27
Slika 5.3.12. Mikrofotografija dolomita.....	28
Slika 5.3.13. Mikrofotografija makrokristalastog dolomita.....	29
Slika 5.3.14. Mikrofotografija dolomita s prisustvom organske materije.....	30
Slika 5.3.15. Mikrofotografija vapnenca.....	31
Slika 5.3.16. Mikrofotografija dolomitiziranog vapnenca.....	32

Slika 5.3.17. Mikrofotografija bazalta.....	33
--	----

1. UVOD

Srednje trijasko razdoblje u Vanjskim Dinaridima obilježeno je pojavom različitih taložnih okoliša. Na čitavom području Vanjskih Dinarida postojali su plitkomorski, dubokomorski i kontinentalni taložni okoliši. U srednjem trijasu zabilježena je i intenzivnija vulkanska aktivnost koja je bila povezana s intenziviranjem riftne tektonike otvaranjem Tetiskog oceana. Dokaze ove vulkanske aktivnosti nalazimo u vidu pojave različitih vulkanskih i vulkanoklastičnih stijena nastalih u ovom razdoblju. Cilj ovoga rada je definirati pojavnost i mikropetrografski odrediti vulkanoklastične naslage srednjega trijasa u južnom dijelu Vanjskih Dinarida. Istraživane naslage predstavljene su zelenkastim i plavozelenim tufovima kakvi su u literaturi poznati kao „*pietra verde*“ tufovi. Ovakve tufove prve je spominjao i opisao Du Riche Preller (1916), opisujući tufove ladničke starosti u Alpskom prostoru. Istraživani lokalitet nalazi se u okolini naselja Zelovo, u blizini grada Sinja. Na njemu se nalazi profil vulkanoklastičnih naslaga u kombinaciji s dolomitima i dolomitiziranim vapnencima. Prilikom terenskog istraživanja snimljena su dva slijeda naslaga, SINJ i ZELOVO, u kojima se nalaze vulkanoklastične stijene, od kojih se jasno prepoznaju „*pietra verde*“ tufovi. Prilikom snimanja profila prikupljeni su uzroci od kojih su načinjeni mikropetrografski preparati. Preparati su mikropetrografski determinirani i određeni su tipovi vulkanoklastičnih i karbonatnih stijena. Determinacijom uzoraka vulkanoklastičnih i s njima proslojenih različitih sedimentnih stijena rekonstruirati će se procesi i mehanizmi taloženja, te će se interpretirati taložni okoliš na temelju dobivenih rezultata.

Rad je izrađen na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

2. GEOGRAFSKI POLOŽAJ

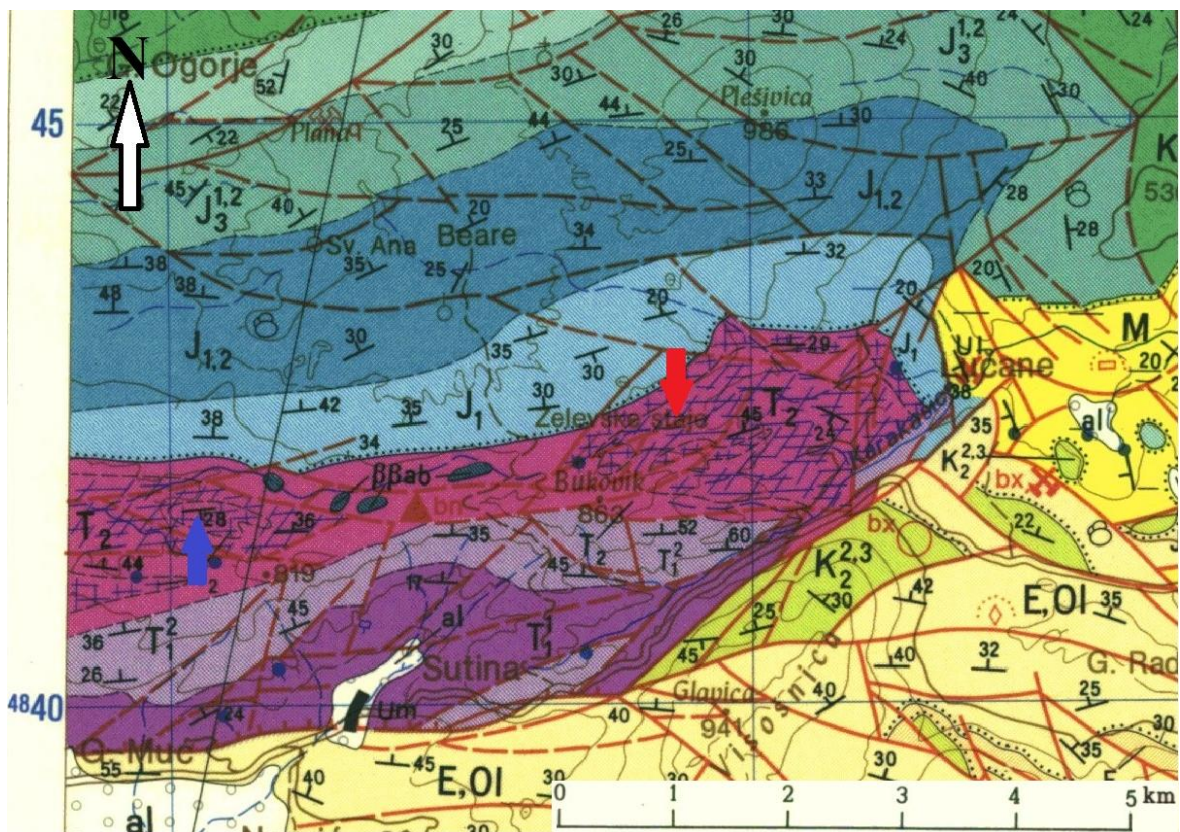
Lokalitet Zelovo nalazi se u blizini istoimenog naselja u Cetinskoj krajini. Lokalitet se nalazi na cesti koja vodi od Muća prema Zelovu, u podnožju južnih padina planine Svilaje, na približno 800 m nadmorske visine (Slika 2.1.). Zelovo se nalazi u sastavu općine Sinj, od grada Sinja udaljeno je 14 km, a od mjesta Hrvace koje su ujedno najbliže veće naselje u blizini Zelova 7 km. U okruženju Zelova nalaze se planine Plišivica, Gradina i Orlove Stine. Profil SINJ sniman je na lokalitetu koji je na topografskoj karti poznat kao Zelovske stajе istočno od spomenute ceste. Profil ZELOVO sniman je u blizini zaseoka Pekići, odnosno zapadno od navedene ceste koja spaja Muć i Zelovo, a u neposrednoj blizini profila Zelovo nalaze se i izdanci bazaltnih efuzivnih stijena (Slika 2.1.)



Slika 2.1. Geografski položaj istraživanog područja. Strelice označavaju lokacije snimanih sljedova SINJ (crvena) i ZELOVO (plava). Izdanci bazaltnih efuzivnih stijena označeni su smeđom strelicom (<https://www.google.hr/maps/>)

3. GEOLOŠKA GRAĐA UŽEG ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Istraživano područje za izradu ovoga radaspada pod tektonsku jedinicu Svilaja (Raić et al., 1984). Ova tektonska jedinica jedina je na OGK listu Sinj (Slika 3.1.) u kojoj se pojavljuju naslage trijasa, a sastoji se od slijeda sedimenta do donje krede, uz zabilježene transgresivne granice s donjom jurom i donjom kredom (Papeš et al., 1982). U jedinici se kao najstarije naslage pojavljuju donjo trijaski klastiti s proslojcima vapnenaca (tzv. „sajske naslage“), dok se u gornjem dijelu donjeg trijasa pojavljuju vapnenci i lapori (tzv. „kampilske naslage“). Naslage srednjeg trijasa definirane su u poglavlju 4. Pregled dosadašnjih istraživanja, te se u njima nalaze i istraživane vulkanoklastične stijene, a ranije spomenute „otarnik breče“ svjedoče o emerziji određenih područja na početku srednjeg trijasa. Na srednji trijas transgresivno dolaze jurske breče, vapnenci i dolomiti (Papeš et al., 1982). Slijed naslaga unutar ove tektonske jedinice nastavlja se jurskim vapnencima i dolomitima, te je gornja jura obilježena taloženjem vapnenaca s kladokoropsisima i vapnencima s klipeinama, ovakav je razvoj uočen i u ostalim dijelovima Vanjskih Dinarida (Sinj, Knin, Drniš, Udbina) (Papeš et al., 1982, Grmani et al., 1972, Ivanović et al., 1977, Šušnjar et al., 1973) i odnosi se na taloge Jadranske Karbonatne Platforme (Vlahović et al., 2005). Transgresivna granica s donjom kredom obilježena je pojavom vapnenaca sa salpingoporelama te rjeđe dolomitima i lećama breča (Raić et al., 1984). S južne strane tektonska jedinica Svilaja je ograničena tektonskom jedinicom Visoka-Visočica gdje dolazi kao navlaka na spomenutu jedinicu. Naslage donjeg i srednjeg trijasa tektonske jedinice Svilaja padaju prema sjeveru pod kutom od 30° do 45°.



Slika 3.1. Karta geološke građe užeg istraživanog područja na kojoj su prikazane pozicije snimanih slijedova SINJ (crvena strelica) i ZELOVO (plava strelica) (preuzeto iz OGK, list Sinj, L 33-142; Papeš et al., 1982)

	Vapnenci sa proslojcima dolomita
	Vapnenci sa litiotidama
	Dolomiti sa ulošcima vapnenaca
	Vapnenci, vapnenačke breče i dolomiti sa litiotidama
	Dolomiti (norik, ret)
	Pločasti vapnenci (Karnik)
	Vapnenci, lapori, tufovi i rožnjaci
	Dijabaz - spiliti
	Dolomiti (a): pseudovapnenci (b)
	Vapnenci i lapori (kampilske naslage)
	Klastiti s lećama vapnenaca (sajske naslage)
	Tinjčasti i laporoviti pješčenjaci

Slika 3.2. Legenda kartiranih jedinica Osnovne geološke karte 1:100.000, list Sinj, koje se nalaze u području istraživanja ovog rada (Papeš et al., 1982)

4. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Naslage srednjeg trijasa nalaze se na južnim padinama Svilaje. Pružaju se od naselja Lučane do naselja Ramljane u dužini od oko 18 km (Slika 3.1) (Papeš et al., 1982). Manja izdvojena pojava vulkanoklastita srednjeg trijasa nalazi se na jugoistočnom rubu Sinjskog polja kod sela Jabuka (Šćavničar et al., 1984).

Područje istraživanja ranije je opisalo nekoliko autora (Hauer, 1896; Ivanović et al., 1987; Šćavničar et al., 1984; Papeš et al., 1982; Belak, 2000; Marjanac, 2000; Jelaska et al., 2003; Balini et al., 2006; Kolar-Jurkovšek et al., 2006; Aljinović et al., 2010; Hrvatović et al., 2011; Goričan et al., 2015; Halamski et al., 2016). Marjanac (2000) navodi kako se naslage srednjega trijasa u Vanjskim Dinaridima sastoje od plitkomorskih karbonata a rasprostranjen okoliš interpretira kao epiričko more pa se stoga srednjetrijaski karbonati mogu pripisati talozima karbonatne platforme. Detaljni geološki i petrografski pregled cijelog slijeda naslaga srednjega trijasa na ovom lokalitetu prikazan je u radu Šćavničar et al., (1984).

U radu Šćavničar et al. (1984) iznimno su detaljno opisane srednjetrijaske vulkanoklastične naslage u gornjem toku potoka Suvaje, gdje je njihova zastupljenost velika. Prema Šćavničar et al. (1984) utjecaj vulkanizma može se pratiti kroz čitavi srednji trijas. Vulkanoklastiti leže konkordantno na naslagama donjeg trijasa, a u krovini slijede transgresivni donjojurski karbonati. Utvrđeni su stratigrafski katovi anizik i ladinik, ali granica između njih nije u potpunosti definirana (Jelaska et al., 2003; Kolar-Jurkovšek et al., 2006). Šćavničar et al., (1984) provedenim istraživanjima su izdvojili i opisali, od starijih prema mlađima, slijedeće skupine litološki i genetski srodnih stijena. To su:

(1) "Otarnik" naslage autori su definirali kao dolomite i dolomitne breče i pripisuju im kasno olenekijsku do rano anizičku stratigrafsku starost, a slično su ustanovili i Ivanović et al. (1978) te smatraju kako su ove naslage anizičke starosti. Prema Kerner (1916) karbonatne "Otarnik" breče prelaze u tzv. "Diploporne vapnence". Papeš et al. (1982) navode kako breče sadrže ostatke širokog raspona veličina zrna, počevši od veličina pijeska pa do blokova većih od 1 metra. Na lokalitetu koji je istraživao Belak (2000) breče imaju zrnску potporu ali i boksitni matriks, a taloženje se događalo tijekom značajnog pada razine morske vode te ih povezuje s emerzijom i atmosferskim trošenjem Kampilskih naslaga donjega trijasa sastavljenih od dolomita. Prema Ivanović et al. (1978) breče naliježu, a djelomično se i izmjenjuju s dolomitima i dolomitiziranim kalkarenitima sa

slabo očuvanom faunom bodljikaša i gastropoda. Marjanac (2000) je ustanovio da se karbonatna komponenta ovih naslaga sastoji od crnih kalkarenita te kalcirudita. Isti autor pojašnjava da su kalciruditi slojevi s muljnom potporom (debriti) te da sadrže klaste, brahiopode i koralje. Dominantno su masivne građe ali postoje i dolomitizirani ruditi s normalnom gradacijom, horizontalnom laminacijom, kosom laminacijom i riplovima, dok su nodule rožnjaka prisutne u mnogim slojevima. Marjanac (2000) pojašnjava da kalkareniti formiraju naslage debele nekoliko metara te da im debljina slojeva varira od 5 do 35 cm. Fossilna fauna sadrži amonoite, gastropode, koralje, radiolarije a lokalno i ostatke bilja. Peleti su prisutni u nekim slojevima, dok se radiolarije nalaze u kalupima koji su ispunjeni kalcitom (Marjanac, 2000).

(2) Na dolomitima i dolomitnim brečama "Otarnik" naslaga nastavlja se stariji interval vulkanskih i vulkanoklastičnih stijena. Početak je obilježen sivo-zelenim gomoljastim vapnencima ili češće crvenim i zelenim sitnozrnatim naslagama koji prelaze u tufove. Pelitnom komponentom bogate naslage tanko su uslojene a među njima se pojavljuju proslojci tufita i tufova. Vulkanske i vulkanoklastične naslage u krovini ovih naslaga autori su definirali kao starije vulkanoklastične naslage anizičke starosti. Tufovi su predstavljeni litoklastičnim tufovima i kalcitičnim tufovima (Šćavničar et al., 1984). Unutar ovog horizonta tufova isti autori zabilježili su pojavu bazalnog eruptivnog tijela.

(3) Prema Šćavničar et al. (1984) na starije vulkanoklastične naslage konkordatno se talože tamni, jasno slojeviti silicificirani vapnenci i dolomiti s rijetkim proslojcima tufa koje nazivaju „donjim karbonatnim naslagama“.

(4) Mlađi dio srednjetrojaskih vulkanogeno-sedimentnih naslaga, obuhvaća eruptive te kristaloklastične i vitroklastične tufove s proslojcima tamnosivih rožnjaka te tufitičnih i silicificiranih vapnenaca i dolomita. Autori navode kako se eruptivno tijelo proteže na potezu od izvorišta potoka Suvaje na istoku do sela Pekića na zapadu. Šćavničar et al. (1984) su definirali da eruptivne stijene odgovaraju bazaltima i pripadaju submarinskim efuzivnim stijenama koje su konkordantno smještene između srednjetrojaskih karbonatnih naslaga. Bazalti su tamno sive boje, s mjestimičnim mandulastim ispunama svjetlijim i tamnijim sekundarnim mineralima. Prijelaz eruptiva u tufove obilježen je tankim slojevima tamnosivih do crnih rožnjaka, te silicificiranih, tufitičnih vapnenaca i dolomita (Šćavničar et al., 1984). Ovaj interval vulkanoklastični naslaga razlikuje se od starijeg po jasno zelenoj boji, zbog čega su u literaturi poznati pod nazivom "*pietra verde*" tufovi (Du Riche

Preller, 1916). "*Pietra verde*" tufovi su čvrsti, kompaktni tufovi, čija debljina najčešće varira od 2-3 m, a maksimalno do 7 m. Snimanjem sedimentnog slijeda u ovim naslagama zabilježena je izmjena zelenih kompaktnih tufova, kako ih definiraju Šćavničar et al. (1984) i nekonsolidiranih, rastresitih glinovitih tufova blijedo zelene i bijele boje. Kerner (1916) opisane mlađe vulkanske i vulkanoklastične stijene pripisuje ladničkoj starosti, a to potvrđuju i Jelaska et al. (2003); Balini et al. (2006); Kolar-Jurkovšek et al. (2006); koji biostratigrafski "*pietra verde*" tufove smještaju u *hungaricus* konodontnu zonu ili *gredleri* amonitnu zonu ladiničke starosti. Kerner (1916) navodi da je ista starost zabilježena za ove naslage i u drugim dijelovima Vanjskih Dinarida gdje su zabilježene (Lika, Velebit, Knin i dr.) (Šćavničar et al., 1984). Piroklastične naslage definirane su kao „*pietra verde*“ naslage kakve su pronađene i u ostalim dijelovima zapadnog Tetisa. Marjanac (2000) navodi kako su tufovi predstavljeni vitroklastičnim i kristalovitroklastičnim tufovima, koji se proslojavaju s pločastim pelagičnim vapnencima, često silicificiranim. A njihovo taloženje interpretira turbiditnim tokovima i pretaloživanjem u dublje dijelove taložnog prostora.

(5) U nastavku slijede gornje karbonatne naslage koje su zastupljene tamnim tanko uslojenim vapnencima, koji sadrže nodule i gomolje rožnjaka te rijetke proslojke tufova (Šćavničar et al., 1984). Prema Kerneru (1916) vapnenci su bogati ostacima školjaka, puževa, koralja, slabije očuvanih amonita i potpuno rekristaliziranih krupnih algi, te je iste pripisao vengenskim naslagama.

(6) Šćavničar et al. (1984) navode da se najmlađe naslage srednjeg trijasa sastoje od izmjene pločastih vapnenaca, tufova, tufita i rožnjaka. Tufovi su pretežno sitnozrnati, zelene do sive i smeđe boje. Tufiti sadrže dosta terigenog pješčanog materijala, te promjenjivu količinu karbonata. Marjanac (2000) navodi kako vapnenci u izmjeni s „*pietra verde*“ tufovima sadrže obilje bioklasta, koji potječu iz okolnih plićih marinskih područja. Slično su ustanovili i Halamski et al. (2015) te utvrdili da su u okolini postojali taložni okoliši algalnih livada. Kraj srednjeg trijasa na istraživanom području obilježen je okršenim površinama, pojavom boksita i terigenog sedimenta (Marjanac, 2000). Razlika u radu Šćavničar et al. (1984) i kasnijih radova, primjerice Belak (2000) je u tome što se u kasnijim radovima ne definira stariji interval vulkanoklastita već navodi kako na dolomite anizika naliježu crni karbonatni slojevi s litoklastima, fragmentima skeleta i rožnjačkih nodula. Belak (2000) u direktnom kontaktu s crnim karbonatnim naslagama nalazi piroklastite te definira dva tipa. U donjem dijelu slijeda nalaze se tankoslojeviti sivi vitroklastični a u gornjem dijelu slijeda zeleni kristaloklastični tufovi. Oni su slojeviti s

hidrotermalno alteriranim rožnjačkim kalkarenitima i brečama koji su debljine približno 1 m.

Detaljan petrografski opis vulkanoklastičnih naslaga iz okolice Sinja, a koji je predmet istraživanja ovog rada, ranije su opisali Ščavničar et al. (1984). U nastavku teksta navedeni su osnovni tipovi tufova i tufita te njihov sastav preuzet iz istog rada.

Pelitne naslage, koje u područja Bukovika dolaze u neposrednoj podini srednjezrnatih litoklastičnih tufova, sastoje se od materijala terigenog vulkanskog porijekla. Postupno pelitne naslage postaju dominantne, a autori navode kako se u njima nalazi u različitoj formi pomiješan najsitnozrnatiji piroklastični materijal. Rjeđe se formiraju i proslojci sitnozrnatih tufova. Boja naslaga je sivo-zelena i crvena. Karakterizira ih tanka pločasta slojevitost (1-3 cm). Pelitni tufiti (siltno-pelitni tufiti) produkti su miješanja sitnozrnatog vulkanogenog i sedimentnog materijala. Boje su crvene, sivozelene i mrljaste crvenozelene. Uz piroklastičnu komponentu – alterirano staklo i uglate piroklaste feldspata i kvarca, prisutan je i sitnozrnati terigeni materijal, kao što su kvarc, filosilikati, feldspati i glina. Autori navode kako se kao produkti devitrifikacije i alteracije stakla u ovim naslagama pojavljuje mikrokristalasti SiO_2 , ilit i klorit. Pelitni tufovi su sitnozrnati a prema Ščavničar et al. (1984) interpretirani su kao produkti eksplozivne vulkanske aktivnosti. Takvi sitnozrnati tufovi s dominantno glinovitim produktima alteracije stakla na terenu se gotovo ne razlikuju od sitnozrnatih sedimenata tipa šejla. Zeleno sive su i crvene boje. Karakteristična je odsutnost karbonata u ovom tipu naslaga.

Naslage litoklastičnih tufova predstavljene su srednjezrnatim vulkanoklastitima, a Ščavničar et al. (1984) povezuju ih sa starijom vulkanskom aktivnošću srednjeg trijasa na istraživanom području. Naslage ovog horizonta nisu pronađene provedenim terenskim istraživanjem a Ščavničar et al. (1984) opisuju ih kao trošne i lako drobljive srednjezrnate klastite, sivosmeđe i zelene boje. Sastoje se od slojeva debljine 5 do 30 cm, katkad sa slabo izraženom gradacijom. Povremeno se izmjenjuju s tanjim slojevima sitnozrnatih tufova i tufita. Autori zamjećuju i teksture utiskivanja srednjezrnatih tufova u sitnozrnate tufove i tufite. Isti autori navode kako je u naslagama ovog tipa utvrđen sitnozrnati matriks nastao alteracijom vulkanskog stakla, te srednjezrnati vulkanogeni detritus feldspata i litoklasta vulkanskih stijena, te rijetki biotit.

Prema Ščavničar et al. (1984) litoklastični srednjezrnati tufiti postupno prelaze u slojevite, katkad i laminirane, sitnozrnate tufite. U nižim dijelovima podređeno se

pojavljaju i proslojci srednjezrnatih tufova. Tufiti su čvrsti, kompaktni, tamnosive do sivozelene boje. U ovom tipu naslaga nalazi se i kalcitna komponenta koja ukazuje na taloženje u submarinskim okolišima. Porastom karbonatne komponente ovaj varijetet tufova mjestimično prelazi u tufitične vapnence. Vezivo sitnozrnatih tufita sastoji se od djelomično alteriranog vulkanskog stakla. Vulkansko staklo devitrificirano je u gustu, kriptokristalastu do mikrokristalastu masu. Za ove tufite karakteristično je da sadrže brojne mikrofosile sa silicijskim i kalcitnim skeletom. Dominiraju radiolarije, spikule spužvi, fragmenti krinoida, foraminifere i dr.

Mlađi nivo vulkanoklastičnih tufova obuhvaća pojavu eruptiva, te piroklastite, s proslojcima tufitičnih vapnenaca, dolomita i rožnjaka. Ove piroklastite Šćavničar et al. (1984) povezuju s drugim, mlađim, izljevom bazaltne lave u submarinski okoliš. Nakon tankog rožnjačkog i tufitično karbonatnog intervala nastavlja se intenzivnija eksplozivna vulkanska aktivnost, označena naslagama kristaloklastičnih i vitroklastičnih tufova, bitno različitih od onih iz starijih vulkanogenih naslaga. Pri kraju intervala tufova nešto su češći rožnjački i karbonatni proslojci.

Bazalti mlađeg, ladiničkog, intervala predstavljeni su trošnim, smeđim i smeđe zelenim izdancima. Tekstura im je često mandulasta, iako količina mandula, kvržica i nakupina sekundarnih minerala varira na različitim izdancima.

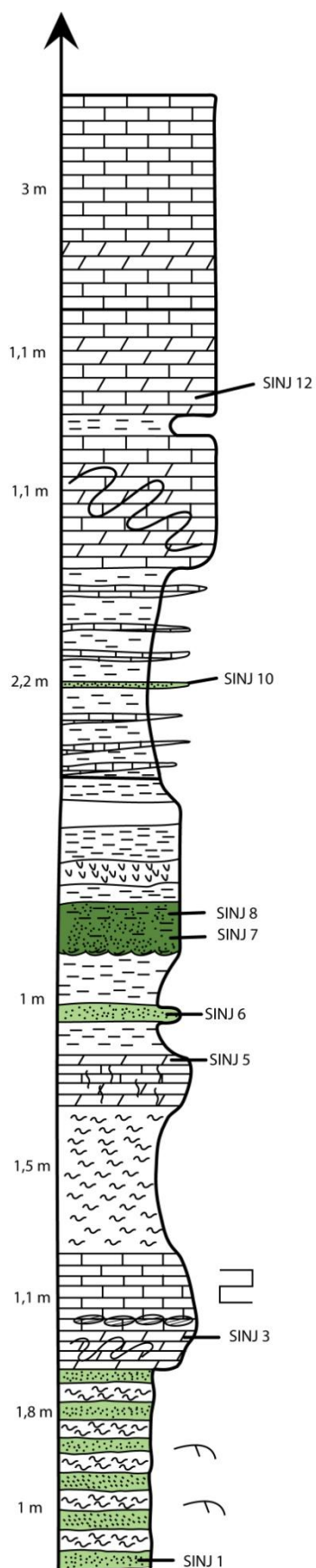
Šćavničar et al. (1984) navode kako se nad bazaltima u neposrednoj podini ladiničkih piroklastita "*pietraverde*" nalazi hibridni interval tanko uslojenih tufova i tufitičnih vapnenaca, dolomita i rožnjaka, koji se izmjenjuju vertikalno i horizontalno. Sivo-smeđi sitnozrni tufovi u kriptokristalastom matriksu sadrže i nešto piroklasta kvarca, plagioklasa i biotita. Moguće je primjetiti prijelaz u tufitične silicificirane vapnence i dolomite, a u nastavku je prisutna izmjena rožnjačkih dolomitnih lamina. Crni rožnjački proslojci izgrađeni su od mikrokristalastog kvarca i mnogobrojnih radiolarija, a djelomično su dolomitizirani. U svim jedinicama prisutan je autigeni, djelomično limonitizirani pirit, a piritizacija se vidi i unutar pojedinih skeleta radiolarija. Glavni interval ladiničkih piroklastita prati pružanje eruptiva. Šćavničar et al. (1984) pribrajaju ih tzv. "glavnoj tufnoj zoni", na koju se obično misli kada se govori o srednjetrijaskim tufovima. U višim dijelovima tufova pojavljaju se ulošci i proslojci rožnjaka i karbonatnih stijena. Po strukturi i sastavu Šćavničar et al. (1984) definirali su dva osnovna varijeteta tufova: srednjezrnati do krupnozrnati kristaloklastični tuf i sitnozrnati vitroklastični tuf. Isti autori

navode kako između krajnjih tipova postoje svi prijelazni članovi, u kojima odnos stakla i kristaloklasta, kao i veličina zrna varira. Tufovi su alterirani a o vrsti produkata izmjene ovisi njihova boja, čvrstoća i tvrdoća. Tufovi u kojima je dominantan produkt izmjene SiO_2 vrlo su čvrsti, otporni i kompaktni, te su ovakvi tufovi pripisani kompaktnim kristalovitroklastičnim tufovima u ovom radu. U slučaju da među alteracijskim produktima prevladavaju različiti minerali glina ili zeoliti, tuf je manje kompaktan i mekši, te se prema Šćavničar et al. (1984) lako troši.

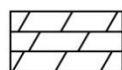
5. REZULTATI

5.1. OPIS SLIJEDA SINJ ("S")

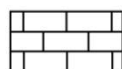
Profil SINJ sniman je lokalitetu koji je poznat kao Zelovske staje, istočno od ceste Muć-Zelovo (Slika 2.1.). Najdonji dio slijeda "S" prikazan na slici 5.1.1. sastoji se od 1,8 m naslaga u kojima se izmjenjuju kompaktni kristaloklastični i vitroklastični tufovi i rahli glinoviti tufovi. U ovom dijelu slijeda česta je kosa laminacija. Slijed se nastavlja intervalom silicificiranih vapnenaca s horizontalnom laminacijom. Debljina intervala iznosi 1,1 m. Vapnenci sadrže nepravilne ili nodularne proslojke čerta. U slijedu se dalje nastavljaju naslage trošenih glinovitih "*pietra verde*" tufova, silicificiranih vapnenaca s crnom tvari te glinoviti "*pietra verde*" tufovi s ponekim proslojkom kompaktnog tufa. Dominantni dio slijeda čini cca 2 m debeli interval kompaktnih tufova zelene boje što predstavlja osnovu za uobičajen naziv "*pietra verde*". Iznad toga ponovno dolaze rastresiti tufovi u izmjeni s proslojcima karbonata. Završni dio slijeda su karbonati s rijetkom pojavom tufova, te je prisutna struktura slampiranja. Čitavi slijed je ukupne debljine oko 14 m.



LEGENDA



DOLOMIT



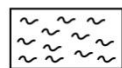
VAPNENAC



SLAMPIRANJE



KRISTALOVITRIČNI TUFOVI



RASTRESITI TUFOVI



ROŽNJAK



KOSA LAMINACIJA

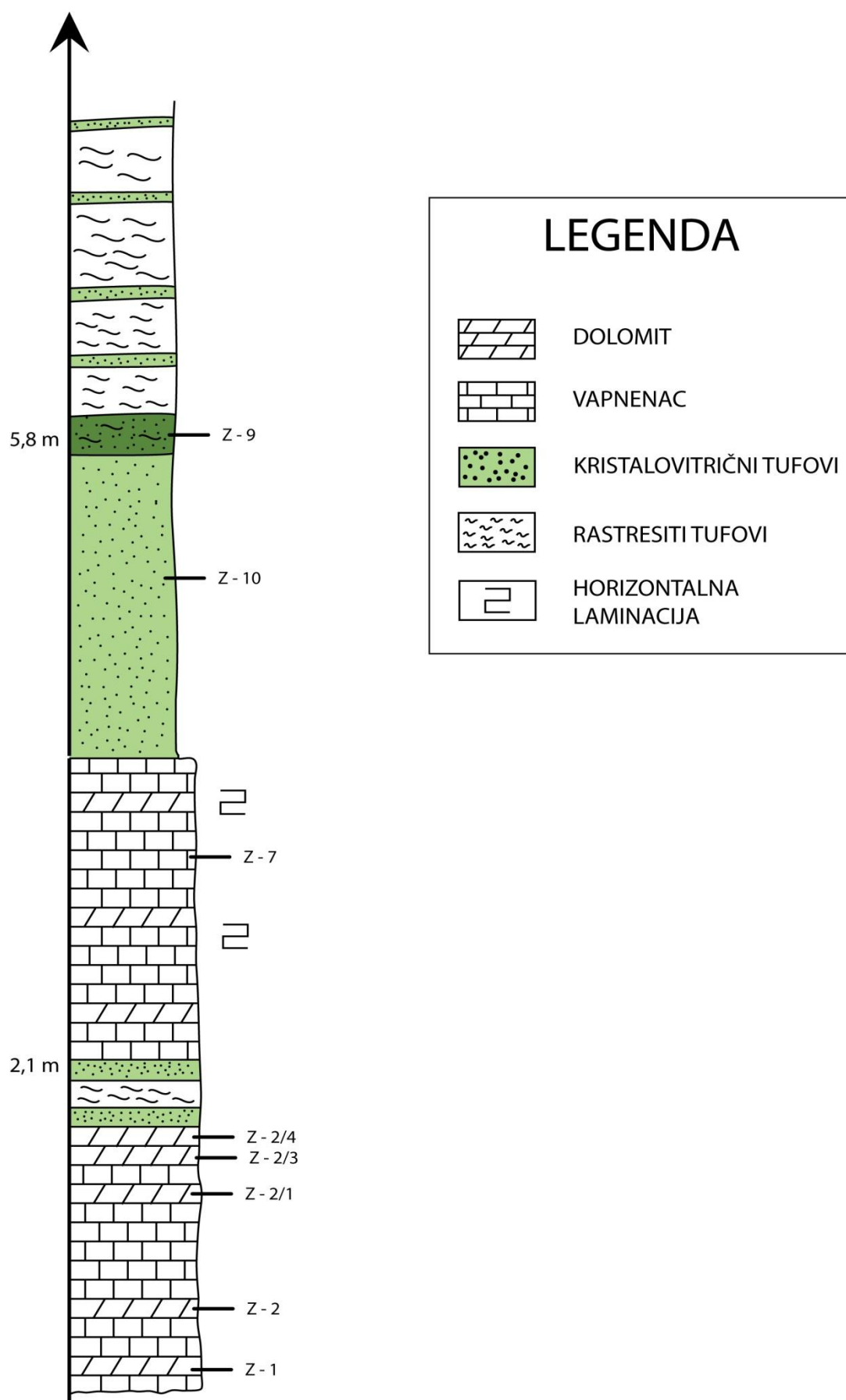


HORIZONTALNA
LAMINACIJA

Slika 5.1.1. Slijed naslaga snimljen na lokalitetu SINJ ("S")

5.2. OPIS SLIJEDA ZELOVO ("Z")

Profil ZELOVO sniman je u blizini zaseoka Pekići, zapadno od ceste koja spaja Muć i Zelovo (Slika 2.1.). Slijed naslaga "Z" ukupne debljine 7,9 m jednostavnije je građe (Slika 5.2.1.). U podini slijeda nalazi se u nedefiniranom kontaktu izdanak bazalta, a zatim se s manjim prekidom redaju sedimenti opisani kao slijed "Z". Donji dio slijeda debljine 2,1 m dominantno se sastoji od silicificiranih karbonata koji na dva mjesta sadrže proslojke tufova s karbonatnim vezivom. Slijed se nastavlja intervalom silicificiranih karbonata s povremenom horizontalnom laminacijom. Gornji dio slijeda dominantno se sastoji od rahlih glinovitih tufova koji se povremeno izmjenjuju s litificiranim tufovima.



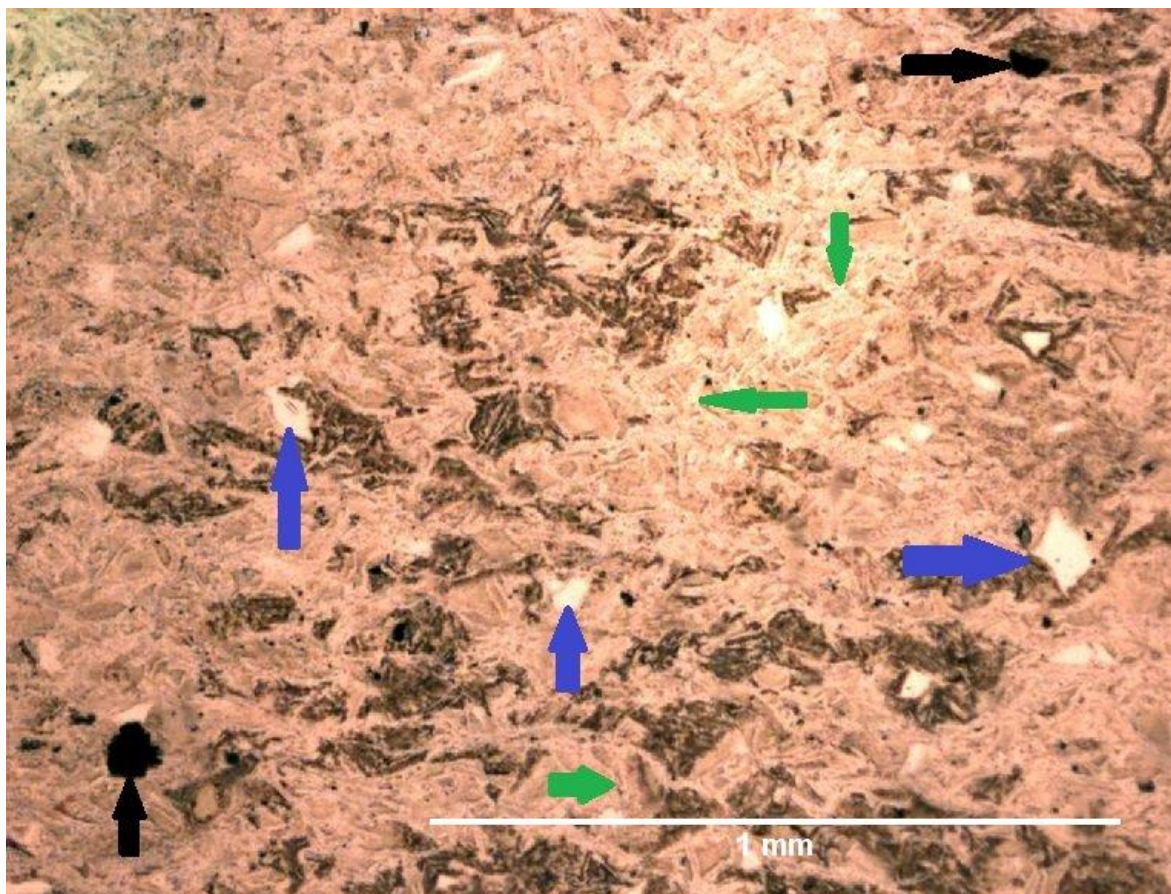
Slika 5.2.1. Slijed naslaga snimljen na lokalitetu ZELOVO ("Z")

5.3. MIKROSKOPSKA DETERMINACIJA ISTRAŽIVANIH STIJENA S PROFILA SINJ I ZELOVO

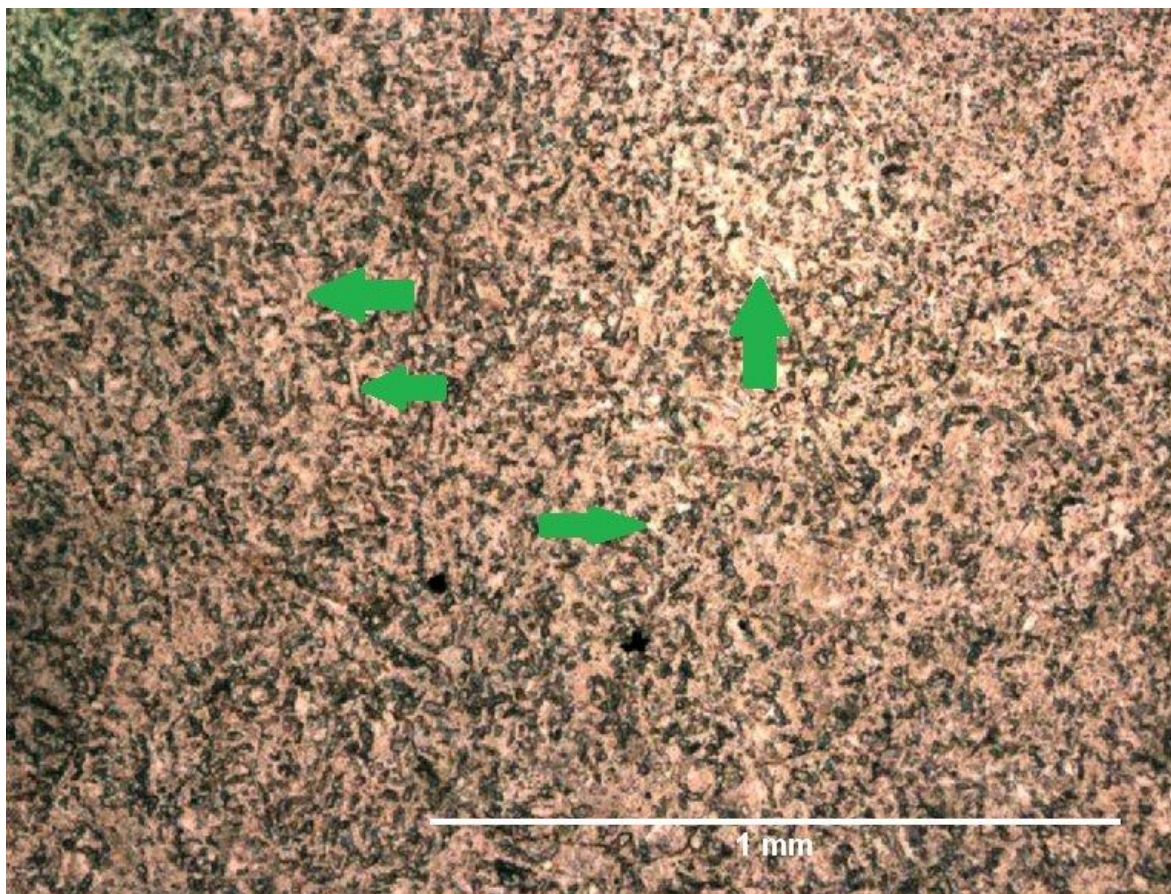
Mikroskopirani uzorci mogu se podijeliti u nekoliko različitih litotipova, to su: vulkanoklastiti, vapnenci, dolomiti, bazalti.

Vulkanoklastiti su podijeljeni u tri podskupine: vitroklastični tufovi, kristaloklastični tufovi i kristalovitroklastični tufovi.

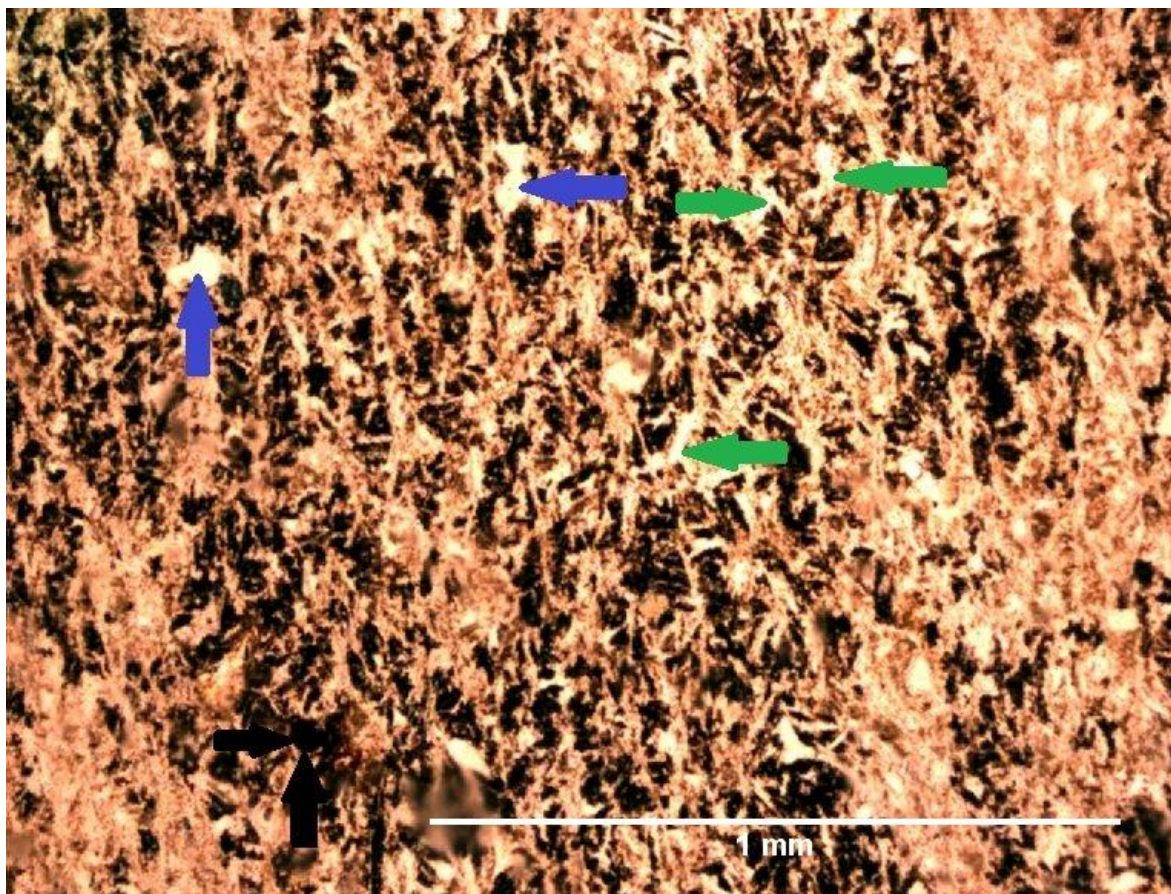
U vitroklastične tufove pripadaju uzorci **SINJ – 1**, **SINJ – 10** i **Z - 10**. Njih odlikuje mnoštvo krhotina vulkanskog stakla koje su X, Y, srpastih i zvjezdastih oblika, a rijetko se može naići i na mjehuraste oblike (Slika 5.3.1., Slika 5.3.2.). Krhotine vulkanskog stakla devitificirane su u klorit i kvarc. Osim vitroklastičnog materijala u ovim uzorcima prisutan je i kristaloklastični materijal, ali u znatno manjoj količini. Kristaloklasti su najčešće zastupljeni kvarcom i plagioklasom, alotriomornog oblika (Slika 5.3.3.). Minerali kvarca imaju resorpcijske rubove što nam ukazuje na to da je došlo do taljenja na rubovima zrna, odnosno da su piroklastične naslage bile vruće u vrijeme taloženja. U uzorcima se može vidjeti i prisustvo opakih minerala, organske tvari koja se pojavljuje u laminama te fragmenata plovućaca koji su okruglastog oblika.



Slika 5.3.1. Mikrofotografija uzorka **SINJ – 1** kojom se ilustrira sastav litotipa vitroklastičnog tufa. Zelene strelice označavaju vitroklaste karakterističnih Y i srpastih oblika a plave kristaloklaste. Opaki minerali označeni su crnim strelicama.

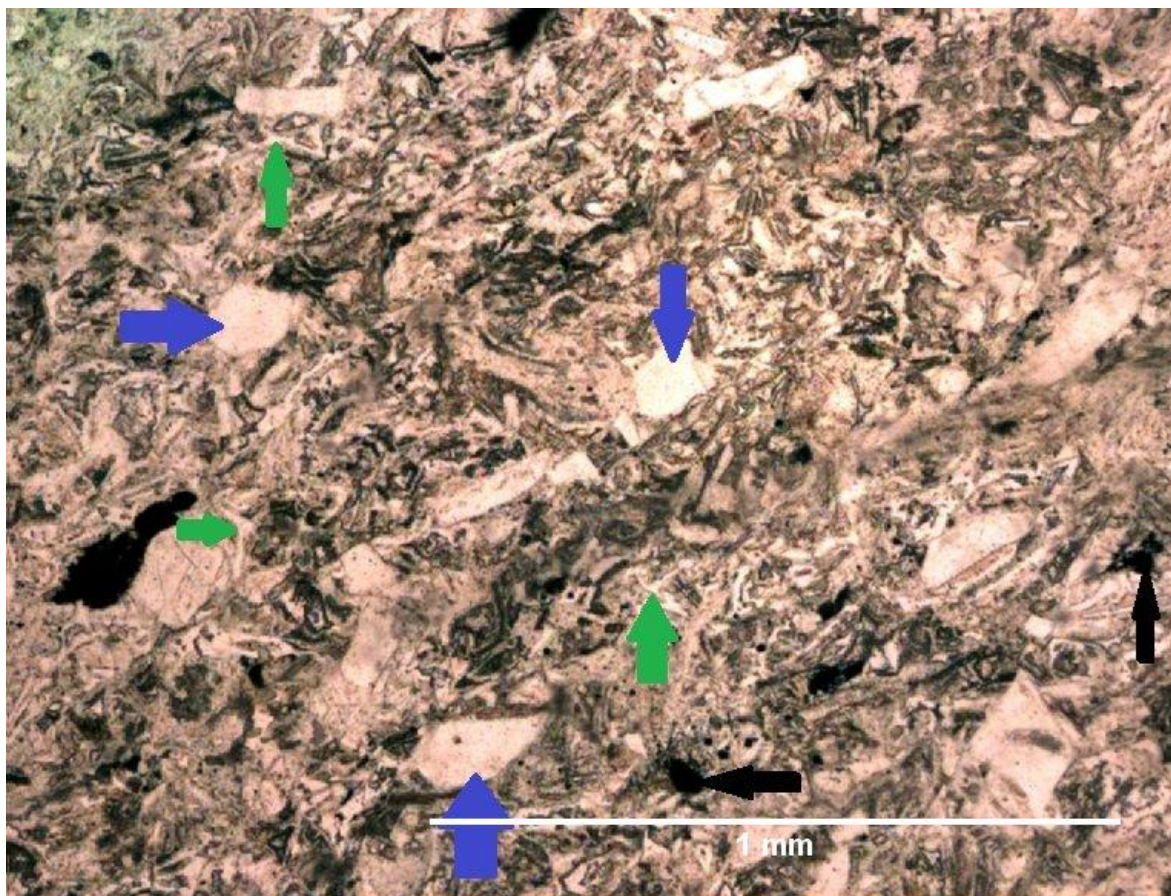


Slika 5.3.2. Mikrofotografija uzorka **SINJ – 10** koja ilustrira litotip vitroklastičnog tufa. Strelicama su prikazane krhotine vulkanskog stakla srpastih, mjehurastih i Y oblika. Vitroklasti se nalaze u kalcitnom vezivu.

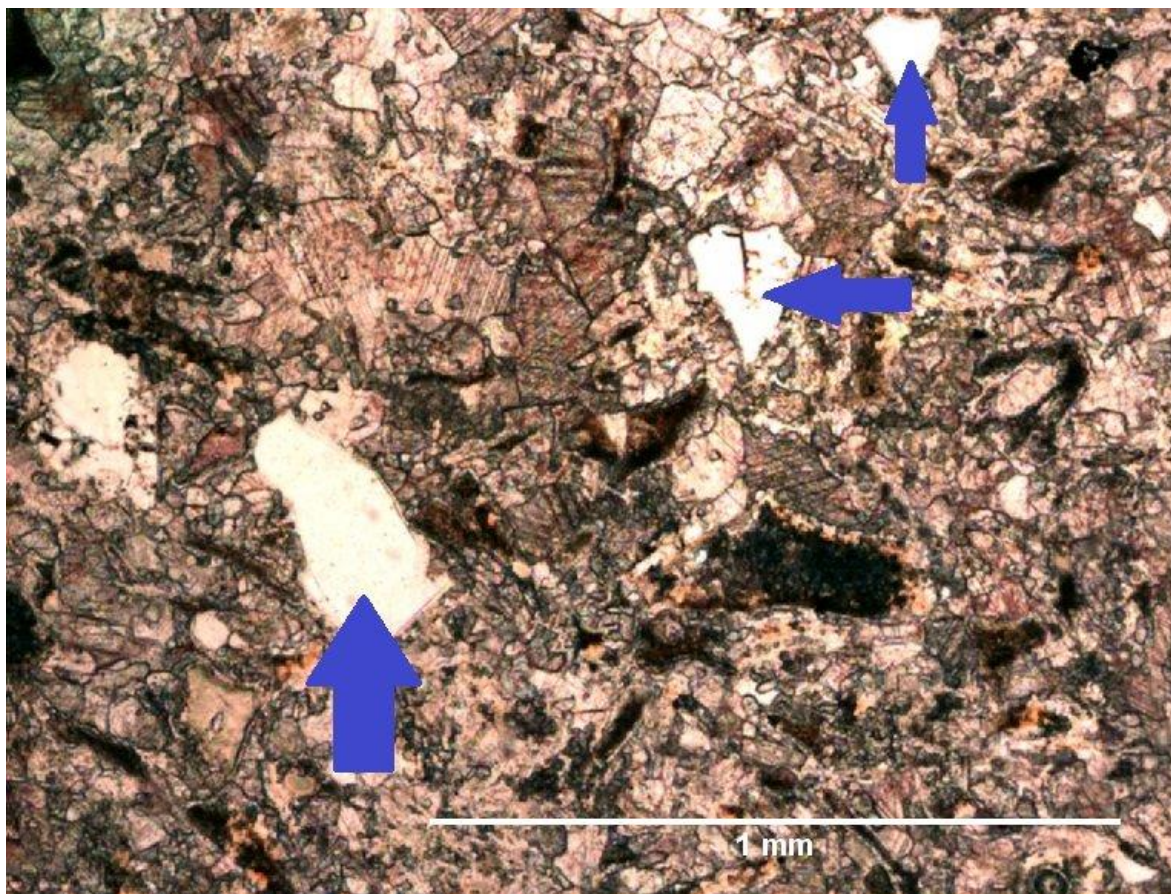


Slika 5.3.3. Mikrofotografija uzorka **Z – 10** kojom se ilustrira sastav litotipa vitroklastičnog tufa. Zelene strelice označavaju vitroklaste srpastih i Y oblika a plave prikazuju kristaloklaste alotriomorfnih oblika.

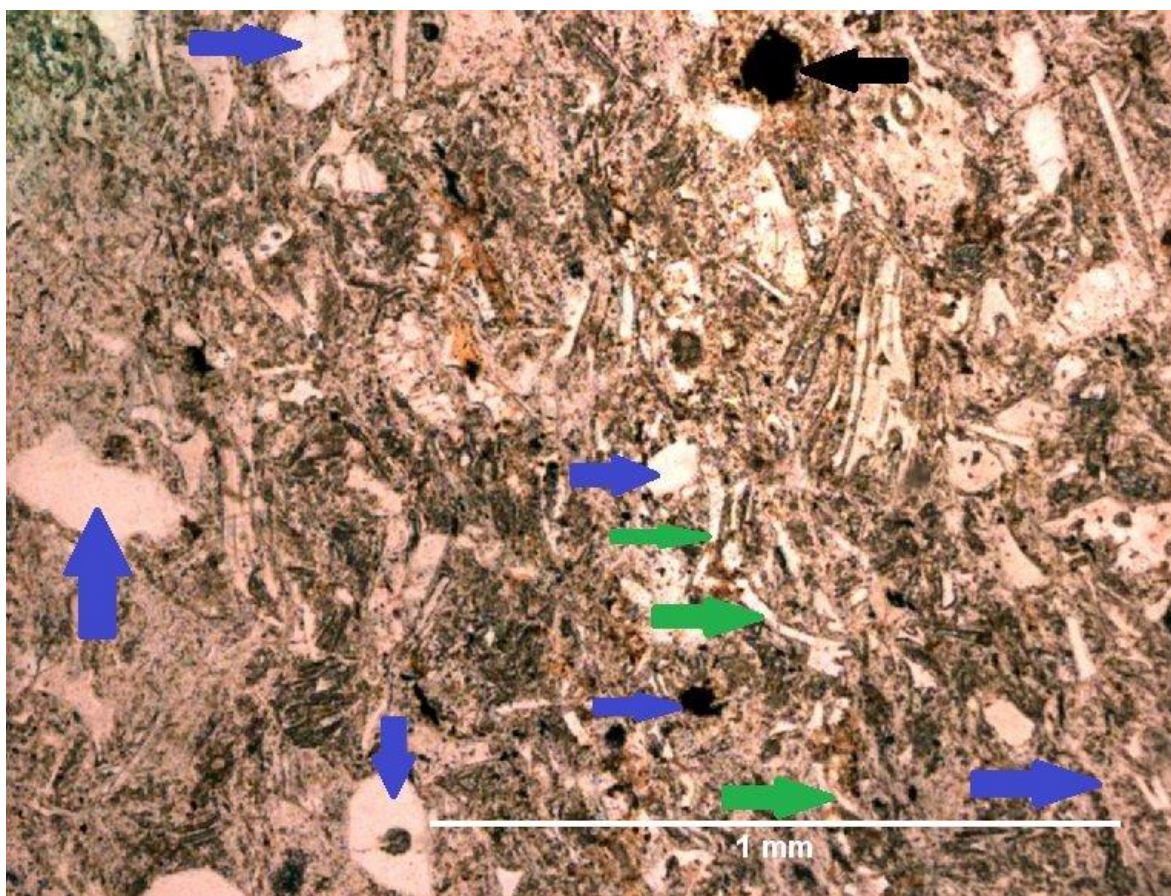
U kristaloklastične tufove pripadaju uzorci **SINJ – 7**, **SINJ – 8** i **Z – 9**. U njima su u manjoj mjeri zastupljene krhotine vulkanskog stakla X, Y i srpastih oblika (Slika 5.3.4., Slika 5.3.6.). Vulkansko staklo može biti alterirano u kvarc ali je u ovom slučaju alterirano i u albit te klorit. Sukladno litotipu količina kristaloklasta znatno nadmašuje količinu vitroklasta. Od kristaloklasta najzastupljeniji su kvarc i plagioklas alotriomornog do hipidiomornog oblika (Slika 5.3.5.). Kvarc unutar strukture ima rupice koje ukazuju na prisustvo volatila u sustavu iz kojeg je kvarc generiran. U ovom litotipu prisutni su i fragmenti plovućaca karakteristične šupljikave strukture koji su djelomično kalcitizirani te opaki minerali okruglastog habitusa. U manjoj količini je prisutan i vulkanski pepeo.



Slika 5.3.4. Mikrofotografija uzorka **SINJ – 7** kojom se ilustrira sastav litotipa kristaloklastičnog tufa. Zelene strelice označavaju vitroklaste karakterističnih Y ili srpastih oblika a crne opake minerale. Prisutno je mnoštvo kristakolasta od koji su neki označeni plavim strelicama.

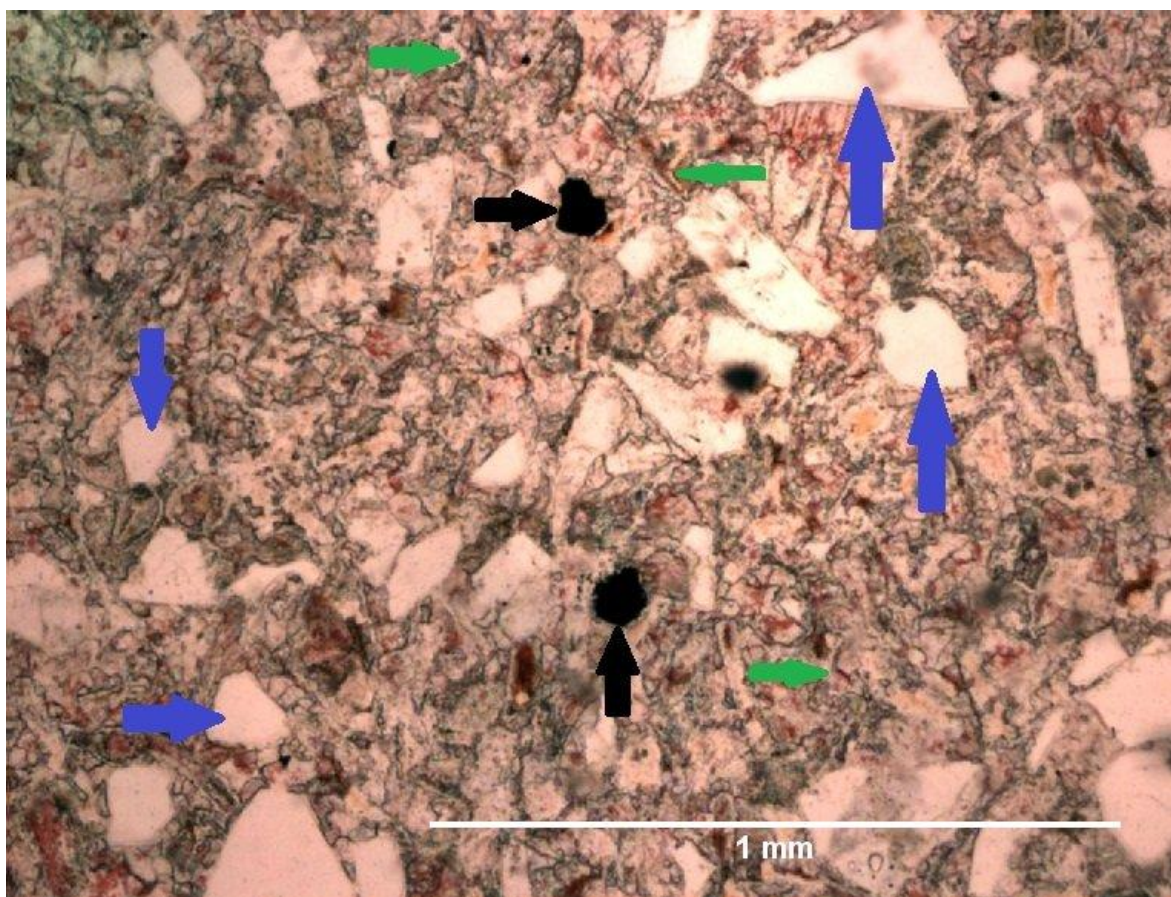


Slika 5.3.5. Mikrofotografija uzorka **SINJ – 8** kojom se ilustrira sastav litotipa kristaloklastičnog tufa. Rijetki kristaloklasti kvarca ili feldspata su hipidiomorfnih oblika (plave strelice) a nalaze se u izmijenjenoj osnovi koja se sastoji od makrokristalastog karbonata (kalcita i dolomita).



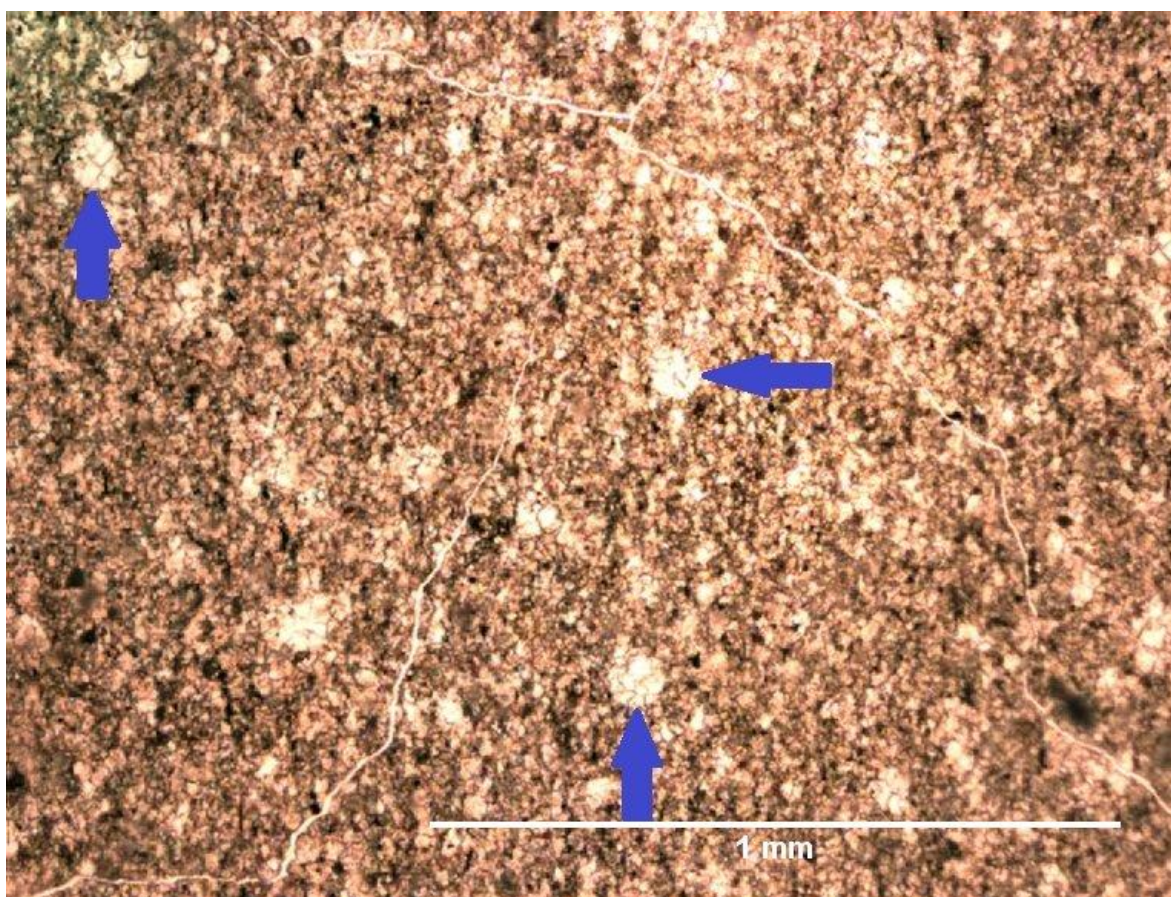
Slika 5.3.6. Mikrofotografija uzorka **Z – 9** kojom se ilustrira sastav litotipa kristaloklastičnog tufa. Zelene strelice označavaju vitroklaste srpastih oblika. Kristaloklasti kvarca i feldspata alotriomornog su do hipidiomornog oblika (plave strelice). Crna strelica označuje opaki mineral.

Uzorak **SINJ – 6** determiniran je kao kristalovitroklastični tuf. On se sastoji od izmjene lamina sastavljenih dominantno od kristaloklastičnog materijala i lamina dominantno sastavljenih od vitroklastičnog materijala (Slika 5.3.7.). Od vitroklasta prisutni su fragmenti plovućca. Oni se prepoznaju po nepravilnom obliku, često su izduženi a vidi se i šupljikava struktura. Od vitroklastičnog materijala još su prisutne krhotine vulkanskog stakla koje su devitrificirale u kvarc ili su ispunjene tamnim neprovidnim mineralima koji vjerojatno predstavljaju minerale iz skupine oksida. Od kristaloklastičnog materijala prisutna su alotriomorfna zrna kvrcica te lamelarni i zonalni plagioklasi alotriomorfnih i hipidiomorfnih oblika. U uzorku je prisutna kalcitizacija. Pojavljuju se i opaki minerali i njihove nakupine. Vezivo u uzorku je dominantno kalcitni cement – sparit.



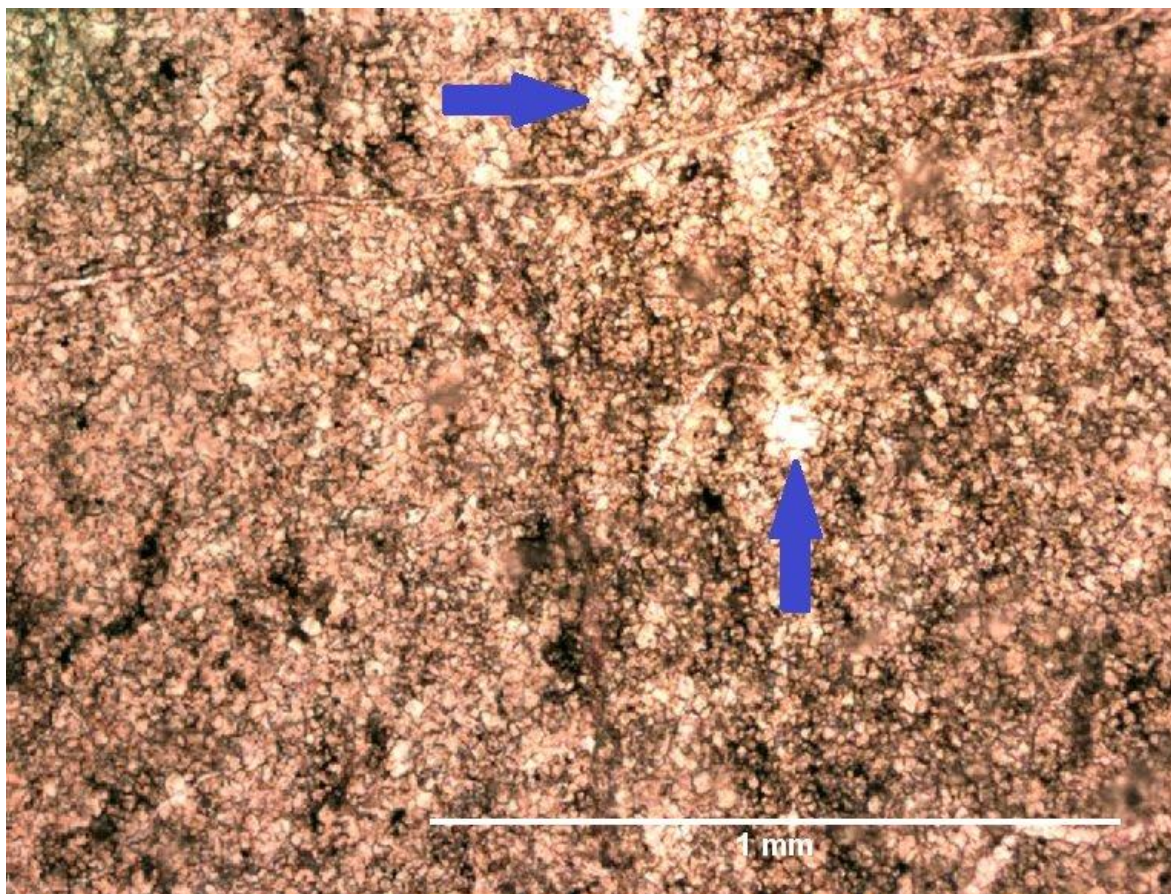
Slika 5.3.7. Mikrofotografija uzorka **SINJ – 6** kojom se ilustrira sastav litotipa kristalovitroklastičnog tufa. Jasno se može uočiti velika količina kristala kvarca i plagioklasa (plave strelice) hipidiomorfnih do alotriomorfnih oblika. U osnovi se može prepoznati vitroklastični materijal (zelene strelice). Crnim strelicama označeni su opaki minerali, vjerojatno se radi o piritu.

U litotip dolomita pripadaju uzorci **SINJ – 3**, **SINJ – 5**, **Z - 1**, **Z – 2**, **Z – 2/1**, **Z – 2/3**, **Z - 2/4**. U ovom litotipu prevladavaju kristali dolomita mikrokristalaste i/ili makrokristalaste građe (Slika 5.3.9., Slika 5.3.10.). Kristali su većinom alotriomorfni i hipidiomorfni oblika (Slika 5.3.12.). U mikropetrografskim uzorcima se ne uočavaju primarni ostaci vapnenačkih taloga (Slika 5.3.13.). Uz kristale dolomita u uzorcima se pojavljuju i opaki minerali alotriomorfni oblika. Ponegdje su prisutne zone silicifikacije (Slika 5.3.11.) koje su ispunjene mikrokristalastim kvarcom lepezaste forme.

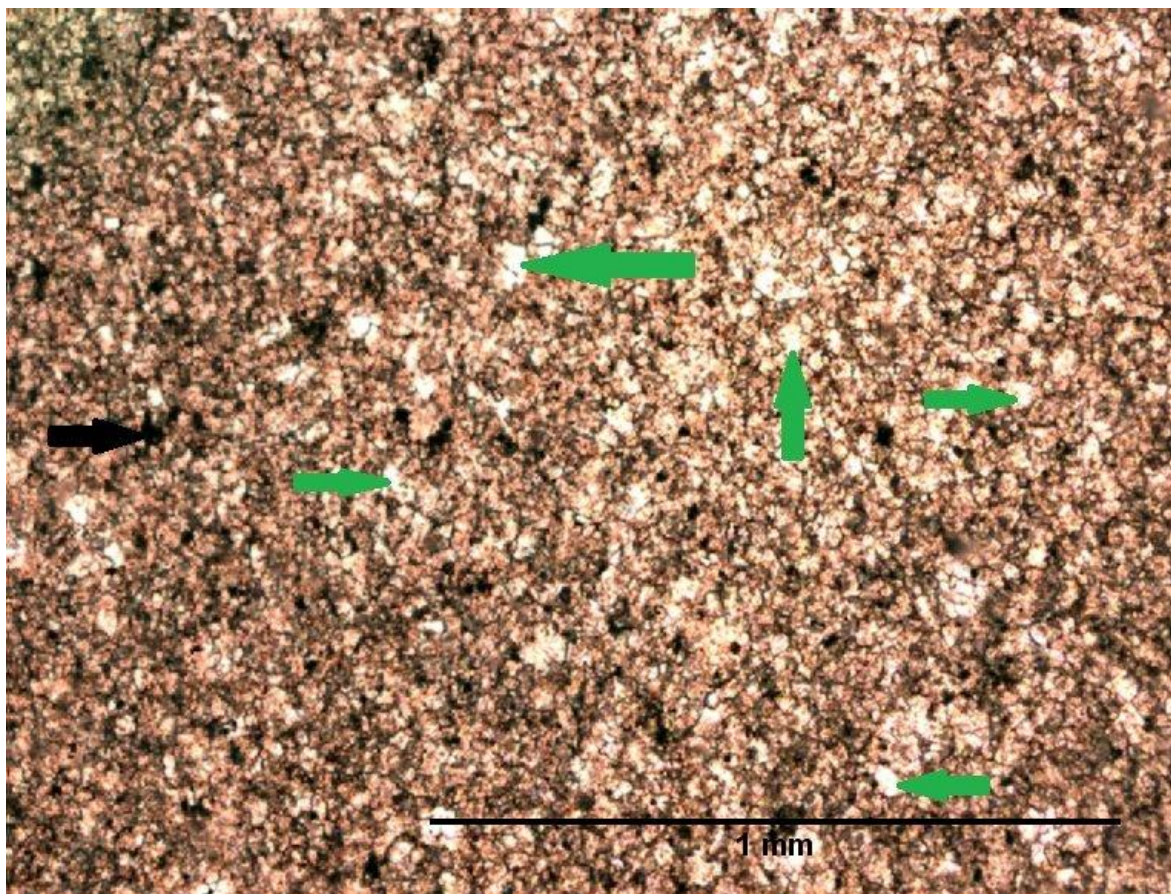


Slika 5.3.8. Mikrofotografija uzorka **SINJ – 3** kojom se ilustrira sastav litotipa dolomita.

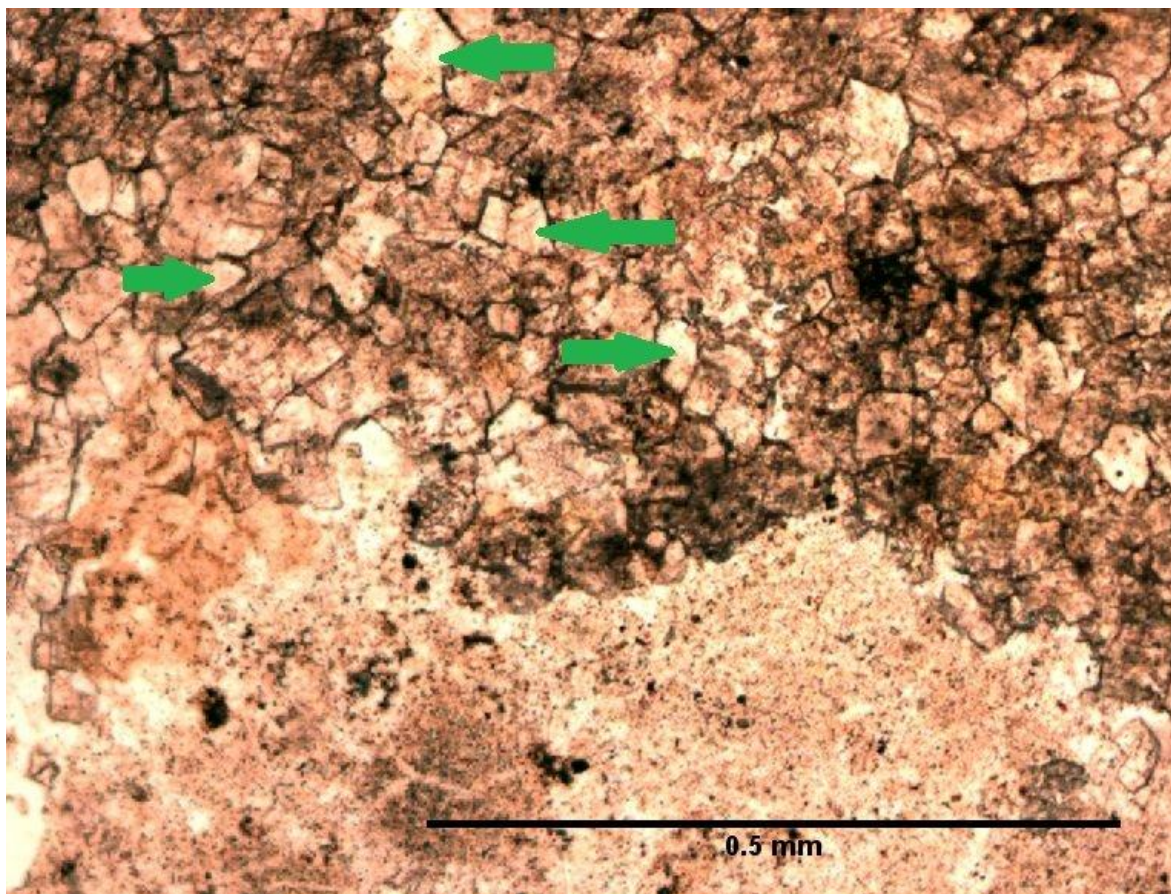
Uzorak je silicificiran i sadrži proslojke nodularnog čerta (plave strelice).



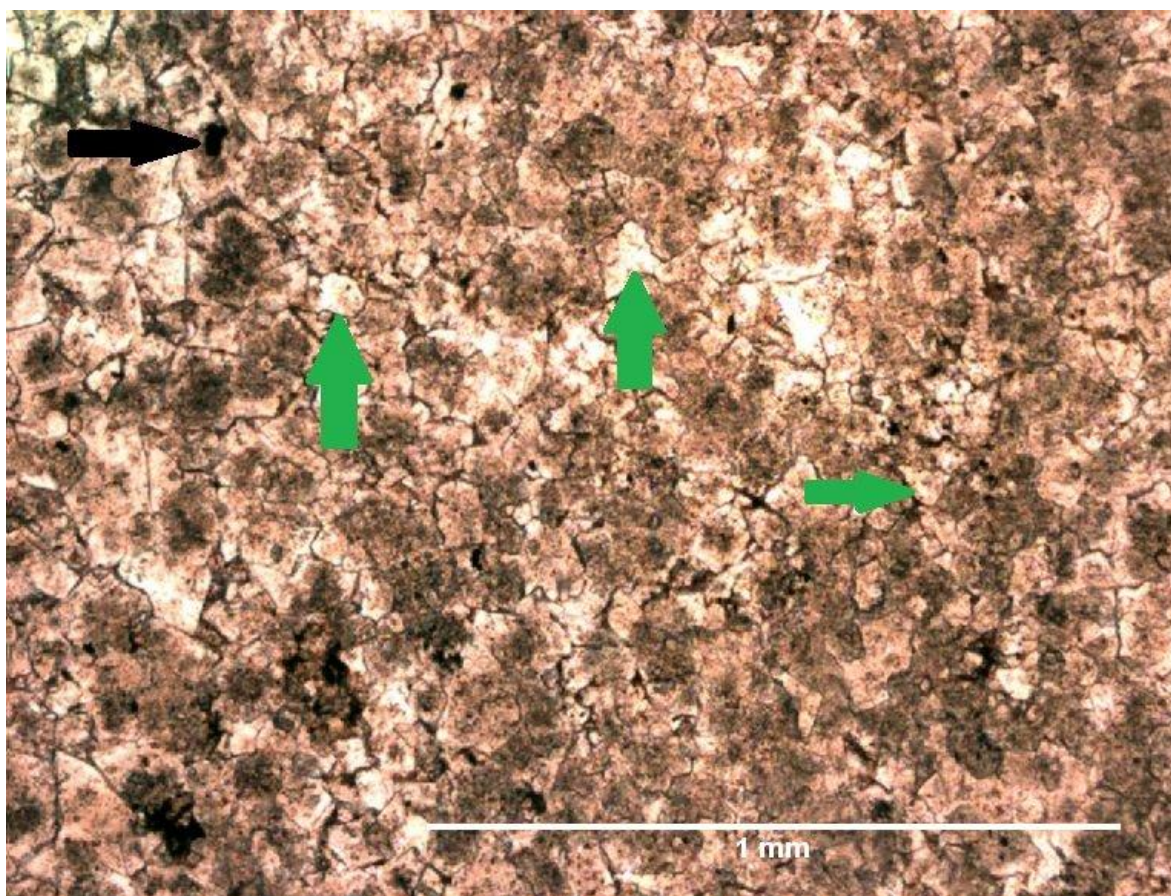
Slika 5.3.9. Mikrofotografija uzorka **SINJ – 5** kojom se ilustrira sastav litotipa dolomita. Struktura dolomita je makrokristalasta. U uzorku je prisutan nodularni čert (plave strelice).



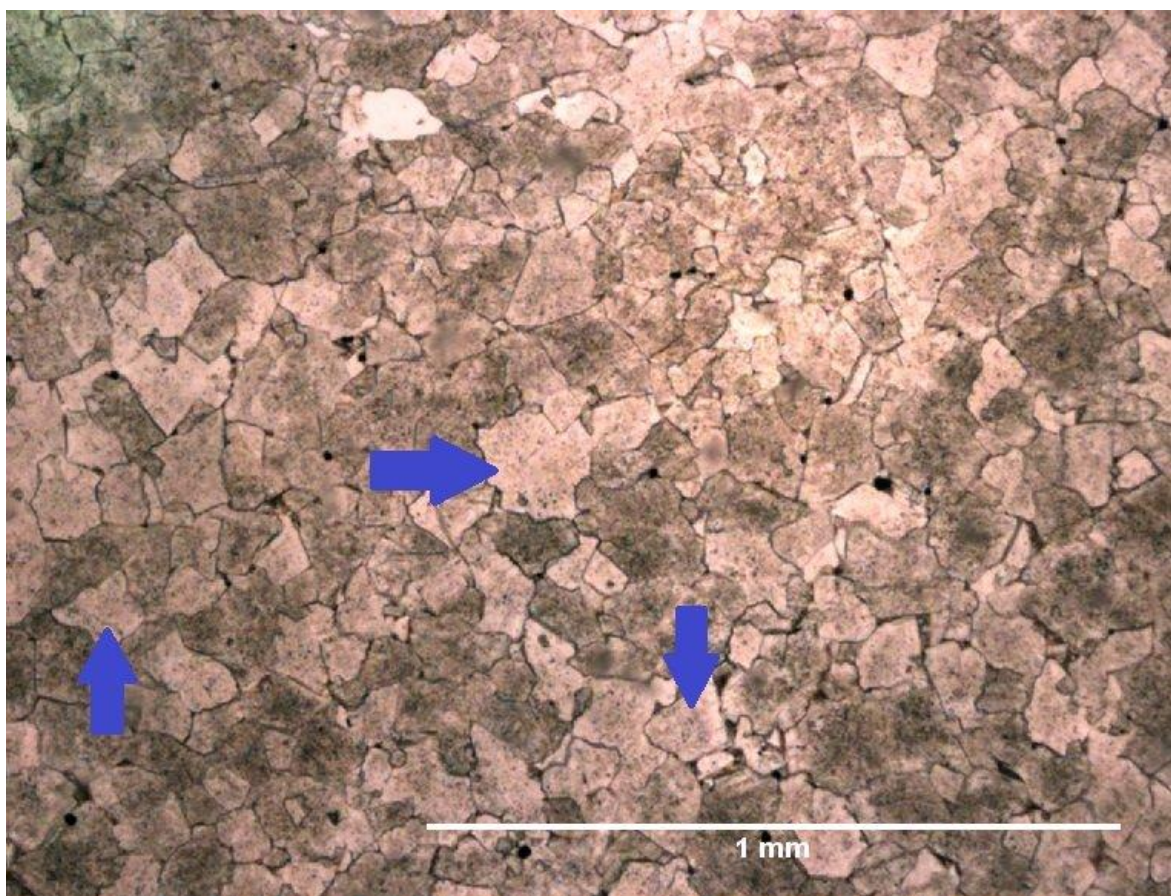
Slika 5.3.10. Mikrofotografija uzorka **Z – 1** kojom se ilustrira sastav litotipa dolomita. Struktura dolomita je makrokristalasta (zelene strelice). Crna strelica prikazuje opaki mineral.



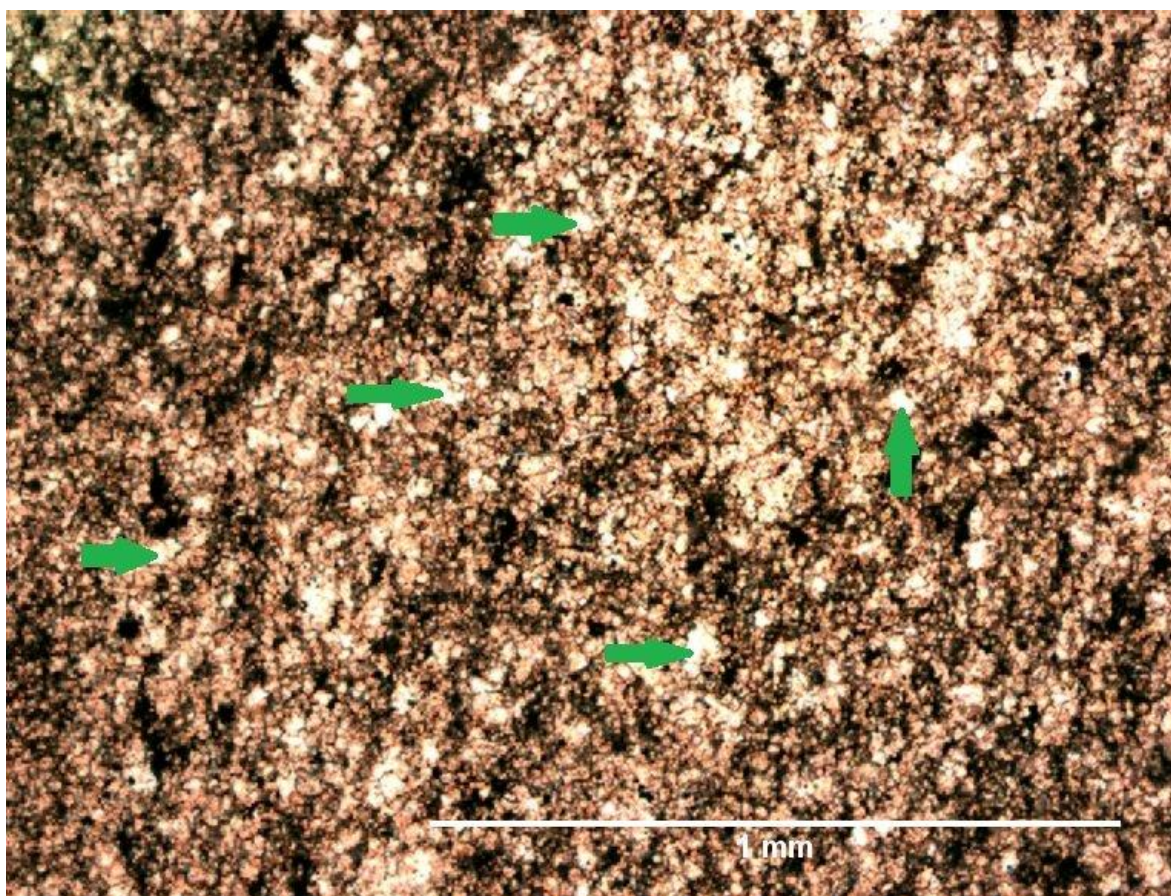
Slika 5.3.11. Mikrofotografija uzorka **Z - 2** kojom se ilustrira sastav litotipa dolomita. Alotriomotfni kristali dolomita označeni su zelenim strelicama. U donjem dijelu uzorka vidljiva je silicifikacija dolomita.



Slika 5.3.12. Mikrofotografija uzorka **Z – 2/1** kojom se ilustrira sastav litotipa dolomita. Zelenim strelicama označeni su kristali dolomita alotriomorfnih do idiomorfnih oblika. Crna strelica označava opaki mineral.



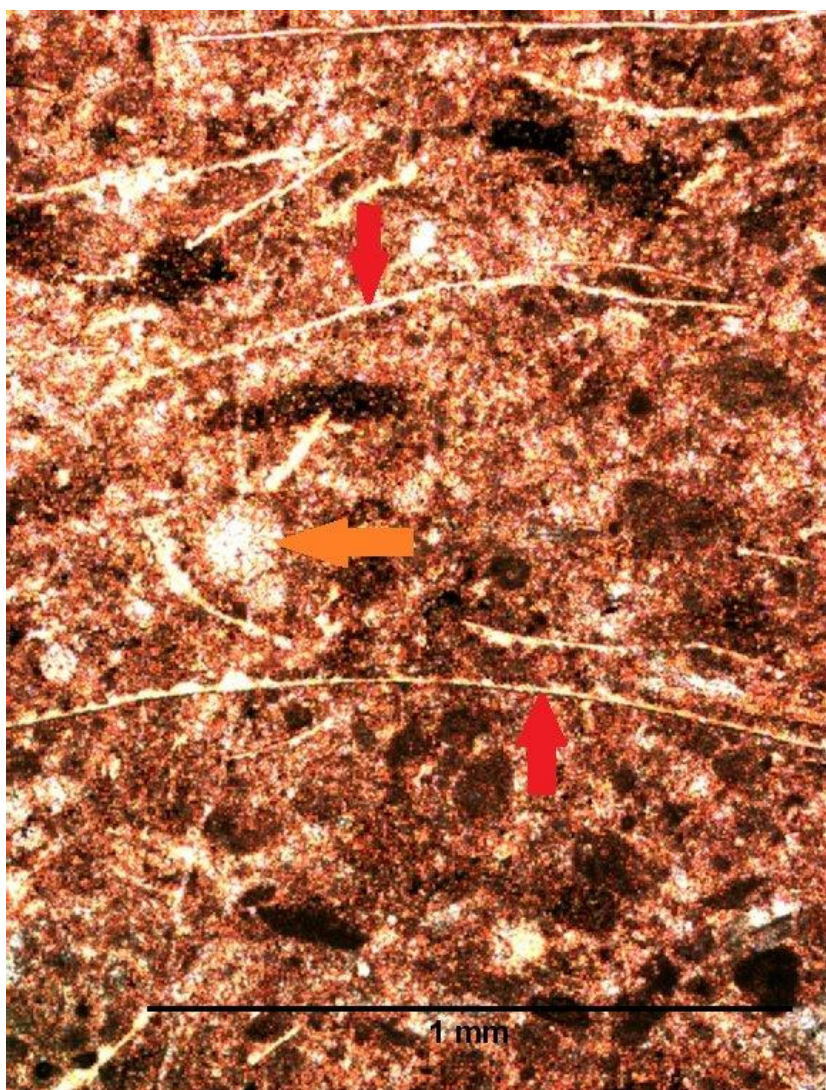
Slika 5.3.13. Mikrofotografija uzorka **Z – 2/3** kojom se ilustrira sastav litotipa dolomita. U uzorku se ne uočava ništa od primarnih sastojaka vapnenačkog taloga. Kristali dolomita označeni su plavim strelicama.



Slika 5.3.14. Mikrofotografija uzorka **Z – 2/4** kojom se ilustrira sastav litotipa dolomita. Označeni su alotriomorfni kristali dolomita (zelene strelice). U uzorku je prisutna organska materija te u manjoj mjeri opaki minerali koji su nepravilno raspoređeni po uzorku.

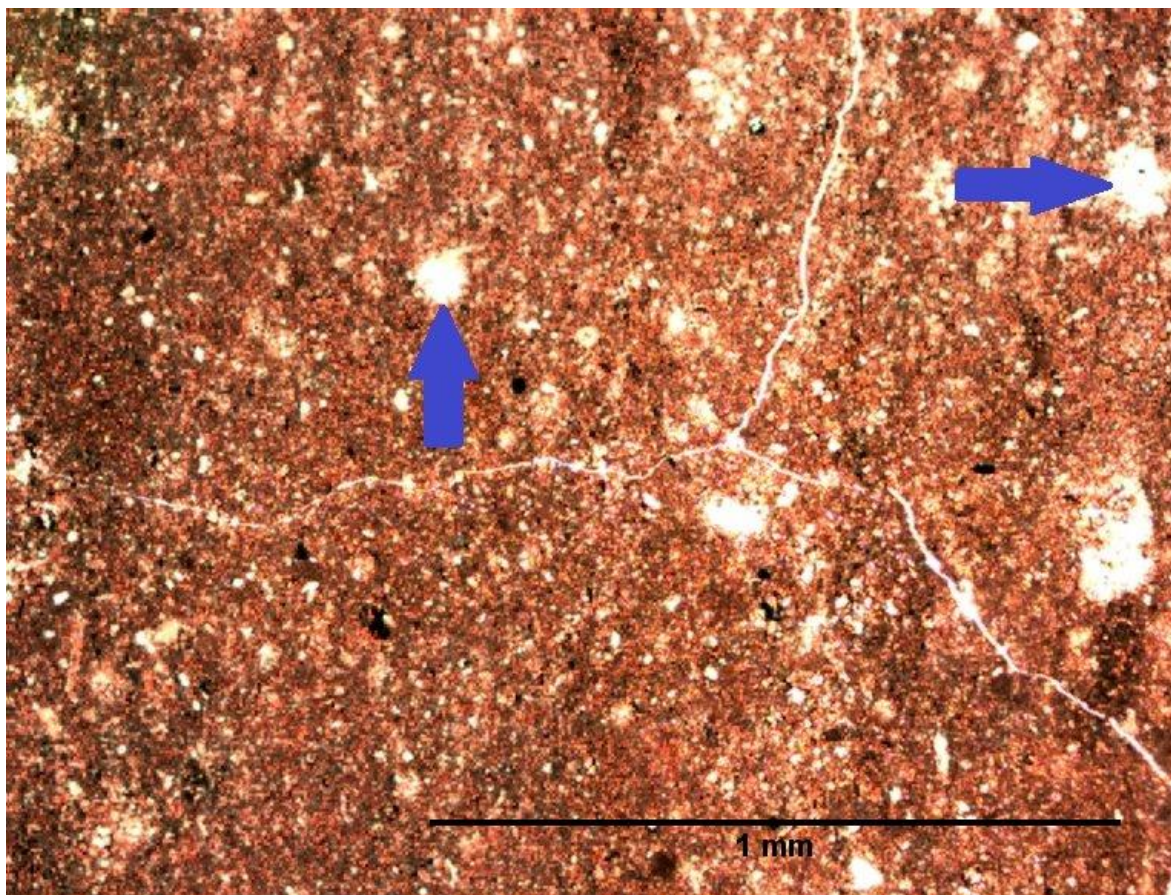
Vapnence smo podijelili u podskupine: vapnenac i dolomitizirani vapnenac.

U vapnence pripada uzorak **Z – 7**. Odlikuje ga mnoštvo fosilnih ostataka od kojih su najzastupljenije radiolarije te tankoljušturasti školjkaši (Slika 5.3.15.) a podređeno se mogu uočiti i fragmenti zelenih algi. Osim alokemijskih sastojaka prisutno je i oko 30% kristaloklasta. Najveći udio zauzima kvarc koji se odlikuje šupljinama unutar zrna dok se lamelarni plagioklas pojavljuje rjeđe. Prepoznate čestice nalaze se u vezivu tipa mikritnog mulja. Uočavaju se i nepravilne zone silicifikacije. Uzorak je determiniran kao biomikrit s kristaloklastima.



Slika 5.3.15. Mikrofotografija uzorka **Z – 7** kojom se ilustrira sastav vapnenca. Prisutni su fosili karakteristični za pelagički okoliš taloženja, radiolarija (narančasta strelica) i tanko ljušturastih školjkaši (crvene strelice).

Uzorak **SINJ – 12** pripada litotipu dolomitiziranih vapnenaca (Slika 5.3.16.). Uzorak je laminiran. Prisutna je lamina vapnenca u kojoj su prisutni fosili, a radi se o radiolarijama sferičnih oblika. Dimenzije radiolarija su 0,05 mm. Uočena je i lamina dolomita u kojoj prevladavaju alotriomorfni kristali dolomita čiji se raspon veličina kreće od 0,05 do 0,1 mm.



Slika 5.3.16. Mikrofotografija uzorka **SINJ – 12** kojom se ilustrira sastav dolomitiziranog vapnenca. Plave strelice prikazuju nodule rožnjaka.

U litotip bazalta pripada uzorak **ZB – 3**. U ovim mikropetrografskim uzorcima prisutni su fenokristali plagioklasa koji je kalcitiziran te jako alterirani klinopirokseni. Prisutni klinopirokseni povremeno dolaze u nakupinama zajedno sa plagioklasom. Uz navedene mineralne komponente mogu se uočiti i olivini koji su serpentinizirani i kalcitizirani, te nodule koje su ispunjene kalcitom (Slika ZB – 3). Matriks ovih uzoraka sastoji se od amornog vulkanskog stakla te kloritiziranih piroksena. Struktura uzoraka ovog litotipa varira od intrasertalne do glomeroporfirne.



Slika 5.3.17. Mikrofotografija uzorka **ZB – 3** kojom se ilustrira sastav bazalta. Tamno plave strelice prikazuju fenokristale plagioklasa, svijetlo plava strelica prikazuje klinopiroksen u sastavu vulkanske osnove. Smeđa prikazuje nodulu sekundarno ispunjenu kalcitom.

6. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Sljedovi naslaga na lokalitetu Zelovo (stup „S“ i stup „Z“) sastoje se od različitih tipova stijena, a koji uključuju vulkanoklastične naslage, vapnence, dolomite i bazalte.

Vulkanoklastične naslage čine vitroklastični tufovi, kristaloklastični tufovi i kristalovitroklastični tufovi koji su u literaturi poznati pod nazivom „*pietraverde*“. U mikroskopiranim uzorcima vitroklastičnih tufova prisutno je obilje krhotina vulkanskoga stakla - vitroklasta različitih oblika - srpastih, mjehurastih, oblika slova X ili Y. Postanak tako puno vitroklastičnog materijala povezujemo s eksplozivnim vulkanizmom koji se moguće događao na kopnu i obično ga vežemo za vulkanizam kiselih ili neutralnih stijena.

Dokaz kiselom vulkanizmu može se tražiti u sastavu kristaloklastičnih tufova. Kristaloklastični tufovi sadrže veliku količinu kristaloklasta od kojih prevladavaju kvarc i plagioklasi. Velike količine kvarca ukazuju nam na kisel karakter vulkanizma. Međutim, u podini naslaga lokaliteta ZELOVO i slijeda „Z“ koji je opisan u sklopu poglavlja 5, nalazi se izdanak bazaltnih stijena. Bazalti su prema Smirčić (2017) bili submarinski o čemu svjedoče njihove uočene jastučaste forme.

Trenutačno je nejasna relacija između bazalnog i kiselog vulkanizma. Vrijeme ova dva tipa magmatizma nije definirano pa je moguće pretpostaviti istovremeno odvijanje dvaju različitih tipova vulkanizma, odnosno njihovu vezu. Prema Smirčić (2017) postojanje bazičnog i kiselog magmatizma se može interpretirati istovremenim postojanjem ova dva tipa magme s time da se jedan izljeva u dubljim marinskim prostorima no postoje i derivati te iste magme u plićem ili čak kopnenom prostoru. Pritom se eksplozivnost magme povećava ulaskom vode nemagmatskog porijekla u magmatsku komoru čime je povećan udio volatila (plinovite komponente). To se uglavnom odnosi na vulkane smještene plitko pod morem ili na kopnu. Prema istom autoru oblici vitričnih sastojaka, prisustvo fragmenata plovučca i ukupna debljina piroklastičnih slojeva svjedoče o intenzivnom i silovitom vulkanizmu kakav se mogao razviti iz erupcije freatomagmatskog ili freatoplinskijskog tipa. Takav je vulkanizam moguć tamo gdje postoji mogućnost utjecaja vode nemagmatskog porijekla na primarnu magmu (Smirčić, 2017).

Prisutne tekture horizontalne i kose laminacije u tufovima ukazuju na to da je vulkanoklastični materijal bio pretaloživan i taložen iz gravitacijskih tokova koji su se kretali niz padinu u dublji taložni okoliš koji Belak (2000) definira kao „simple graben“

okoliš. U takvom se okolišu istovremeno mijenjao i nagib padine niz koju se taj isti materijal transportirao. O promjeni nagiba može se zaključiti na temelju pojave slampiranja u sklopu naslaga lokaliteta SINJ – stup „S“.

O taloženju u dubljevodnom taložnom okolišu moglo se zaključiti prema fosilnoj zajednici promatranoj u vapnencima. Fosilnu zajednicu vapnenaca karakterizira mnoštvo radiolarija i tanko ljušturastih školjakaša koji su svi indikatori dubljeg i otvorenog – pelagičkog taložnog okoliša, a mikroskopskom analizom uočili su se i ostaci zelenih algi. Alge obično nastanjuju pliće dijelove marinskog okoliša, dijelove koji su dio fotičke zone. Kako radiolarije i tankoljušturasti školjakaši nastanjuju dublje taložne prostore jer bi ih u suprotnom uništili valovi, a s njima se nalazi udružena i određena količina algi, može se zaključiti da se i vapnenački materijal barem djelomično pretaloživao iz plićeg u dublji taložni prostor. O taloženju svih naslaga opisanih u oba slijeda („S“ i „Z“) u dubljim dijelovima marinskog okoliša svjedoče tufovi proslojeni s vapnencima. To izravno znači da se piroklastični materijal nakon eksplozivnih vulkanskih erupcija najprije taložio na kopnu ili u plićaku a zatim pretaloživao u dublji marinski okoliš mehanizmima gravitacijskih turbiditnih struja.

Za pretpostaviti je da su bazalti koji se nalaze u nedefiniranom kontaktu sa naslagama lokaliteta ZELOVO – stup „Z“ prodirali u taložni okoliš, odnosno da su se izlijevali na morsko dno. Prilikom bazaltnih vulkanskih izljeva vapnenci, za koje se na temelju prisutnih fosila ustvrdilo da su dio dubljeg (pelagičkog) okoliša, bili su dolomitizirani i silicificirani. Dolomiti na oba slijeda većinom su sastavljeni od dolomita makrokristalaste strukture koja ukazuje na sekundarnu dolomitizaciju kojoj je pogodovala vulkanska aktivnost, prinos magnezija i povišena temperatura. Do silicifikacije je vjerojatno dolazilo uslijed povećanja količine SiO_2 komponente u taložnom okolišu vulkanskim izljevima što je pogodovalo razvoju već spomenutih radiolarija koje su prisutne u vapnencima.

Glinovita komponenta koja je zastupljena u nekim od tufova mogla je nastati kao posljedica alteracije vulkanskog stakla ili feldspata.

7. LITERATURA

BELAK, M., 2000. Postaja 2: profil Sutina-Zelovo Sutinsko; Kristaloklastični i vitroklastični tufovi (pietra verde) s proslocima silicificiranih dolomita, vapnenaca, tufita i rožnjaka. U: JELASKA, V., BENČEK, Đ., BELAK, M., & GUŠIĆ, I.: Geološka povijest i strukturna evolucija Vanjskih Dinarida. – Vodič ekskurzija (VLAHOVIĆ, I. & BIONDIĆ, R. EDS.). 2. hrv. geol. kongres, Cavtat-Dubrovnik, 6-9, IGI, Zagreb

DU RICHE PRELLER, C.S. 1916. III. – The "Pietra Verdi" of the Piemontése Alps. Geological Magazine (Decade VI), 3, 156-163

GRIMANI, I., ŠIKIĆ, K., ŠIMUNIĆ, A., 1972. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Knin, L33-129. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd

HALAMSKI, A.T., BITNER, M.A., KAIM, A., KOLAR-JURKOVŠEK, T., JURKOVŠEK, B., 2015. Unusual brachiopod fauna from the Middle Triassic algal meadows from the Mt. Svilaja (Outer Dinarides, Croatia). *Journal of Paleontology*, 89, 4, 553-575

IVANOVIĆ, A., SIKIRICA, V., MARKOVIĆ, S., SAKAČ, K., 1977. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Drniš, L33-141. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd

IVANOVIĆ, A., SIKIRICA, A., SAKAČ, K., 1978. Tumač Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000 za list Drniš, K33-9, Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd, 59 str.

JELASKA, V., KOLAR-JURKOVŠEK, T., JUROVŠEK, B., GUŠIĆ, I., 2003. Triassic beds in the basement of the Adriatic-Dinaric carbonate platform of Mt. Svilaja (Croatia). *Geologija*, 46/2, 225-230

KERNER, F. 1916. Erläuterungen zur geologischen Karte der Osterr-Ung. Monarchie. Sinj und Spalato. Wien

KOLAR-JURKOVŠEK, T., JURKOVŠEK, B., BALLINI, M., 2006. Conodont zonation of the Triassic basement of the Adriatic-Dinaric carbonate platform in Mt. Svilaja (External Dinarides, Croatia). In: PURNELL, M., DONOGHNE, P., ALDRIDGE, R., REPETSKI, J. International Conodont Symposium 2006, Programme & Abstracts. 48 , Leicester.

MARJANAC, T., 2000. Triassic of Dalmatia – Evidence of a failed rift (Muć section): Muć section Lower – and Middle Triassic deposits. *Vijesti Hrvatskga geološkog društva*, 37/2, 117-126

PAPEŠ, J., MARINKOVIĆ, R., RAIĆ, V., MAGAŠ, N., SIKIRICA, V. 1982. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Sinj, L33-142. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd

RAIĆ, V., PAPEŠ, J., SIKIRICA, V., MAGAŠ, N., 1984. Tumač Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000 za list Sinj, K33-10, Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd , 52 str.

SMIRČIĆ, D., 2017. Geneza vulkanoklastičnih naslaga srednjeg trijasa Vanjskih Dinarida. Disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 217 str.

ŠČAVNIČAR, B., ŠČAVNIČAR, S., ŠUŠNJARA, A., 1984. Vulkanogeno-sedimentni srednji trijas u području potoka Suvaje (Svilaja pl., Vanjski Dinaridi). *Acta Geologica*, Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, 14 (2), 35-82

ŠUŠNJAR, M., SOKAČ, B., BAHUN, S., BUKOVAC, J., NIKLER, L., IVANOVIĆ, A. 1973. Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, list Udbina L33-116. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd

VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I., MATIČEC, D. 2005. Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Paleogeography, main events and depositional dynamics. *Paleogeography, paleogeography, paleoecology*, 3 – 4, 333-360